DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 3. Oktober 1913. Heft 40.

Die Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges.

Von Dr. Hugo Wolff, Berlin.

Das *menschliche Auge* ähnelt einer kugelförmigen photographischen Kamera mit — individuell verschiedenem — festem Bildabstande. Als *Auffangsschirm* dient der hintere Pol der kugelig um den durchsichtigen gallertartigen Glaskörper herumgespannten Netzhaut, bei ruhendem Auge einem Visierwinkel von rund etwa 110° entsprechend. Allerdings wird nur der zentrale Teil dieses Gesichtsfeldes scharf abgebildet. Das *Objektiv* wird durch die brechenden Medien — vorn die durchsichtige, gewölbte, etwa 1 mm dicke Hornhaut und etwas weiter dahinter die Linse (Fig. 3 und 4) — dargestellt und seine *Öffnung* wird durch die jeweilige Pupillenweite bestimmt.

Ebenso wie das menschliche Auge Bilder der Außenwelt auf seiner Netzhaut entwirft, sollte es seine Netzhaut (Fig. 4 a) mit allen darin sichtbaren Dingen — dem Sehnervenquerschnitt, den zahllosen Blutgefäßverästelungen, dem zentralen gelben Fleck und ihren krankhaften Veränderungen — reziprok in der Außenwelt auf einer photographischen Platte (Fig. 4 b) abbilden können, woran die ophthalmologische Wissenschaft und wissenschaftliche Mitteilung natürlich ein großes Interesse hat.

Der menschliche Augenhintergrund ist *nicht selbstleuchtend* und man kann ihn nur durch die Pupille hindurch wirksam beleuchten — also vom Bildraum her und durch dieselbe Öffnung, in welcher rückwärts die diffus von der Netzhaut (Fig. 4 a) zurückstrahlenden abbildenden Lichtbüschel ebenfalls passieren müssen —, deren Weite nach Einträufelung eines Tropfens einer 1prozentigen Homatropinlösung auf einen Durchmesser von nur etwa 8 mm vorübergehend sich vergrößert.

Die zu beseitigenden Hindernisse beruhen nun darin, daß die drei Trennungsflächen jener brechenden Medien (Hornhaut, vordere und hintere Fläche der Linse, s. Fig. 3 und 4) des Auges einen Teil des hindurchfallenden — zur Beleuchtung des dunklen Augengrundes notwendigen — Lichtes *(L″* in Fig. 3 und 4) in den Bildraum zurückspiegeln (*Rl* und *Rc* in Fig. 3). Hierdurch entstehen mehr oder minder große sehr störende weiße Flecke im Bilde, in deren Bereich jegliches Detail verschwindet. Durch große Übung und Geschicklichkeit konnte der Ophthalmologe mit dem v. Helmholtzschen Augenspiegel dennoch neben ihnen vorbei das Augeninnere beobachten. Auf die Beseitigung dieser gefürchteten *Lichtreflexe* ist bereits seit der Erfindung des Augenspiegels durch *v. Helmholtz* (1851) eine umfangreiche wissenschaftliche und experimentelle Arbeit verwendet worden.

Die Bestrebungen zur reflexfreien Abbildung des menschlichen Augengrundes sind die Vorbedingung zu dessen photographischer Fixation, letztere kann somit nur im Zusammenhange mit ersterer dargestellt werden.

Die *beständigen* Anteile des Problems sind die *regelmäßigen Lichtreflexe*, welche an jenen drei katadioptrischen Systemen entstehen und von welchen die durchsichtige Hornhaut und vordere Linsenfläche zugleich als erhabene Spiegel, die durchsichtige hintere Linsenfläche zugleich als Hohlspiegel wirken.

Schon bei *unvollständiger Lösung* des Problems — Beachtung nur der beiden erhabenen Spiegel der Hornhaut und vorderen Linsenfläche — gelang es, den Augengrund reflexfrei abzubilden.

Kurz sei hier dasjenige Verfahren erwähnt, bei welchem sogar nur die Lichtreflexion der ersten Trennungsfläche, der Hornhaut, berücksichtigt und durch die Vorschaltung einer — an der Vorderfläche durch eine Glasplatte abgeschlossenen — Wasserkammer ganz *aufgehoben* wurde. Auf diesem Wege hat *O. Gerloff*[1]) die ersten reflexlosen Photogramme des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges erhalten.

Nur nach der *resultierenden Verwirklichungsweise* kann man dieses Verfahren als die *Immersionsmethode* und die folgenden als die *Polarisationsmethode (Fr. Fuchs)*, die *dioptrische oder rechtläufige Methode (Thorner)*, die *katoptrische oder rückläufige Methode (Wolff)* benennen. Das Kennzeichen der Immersionsmethode wäre die *Aufhebung* des Lichtreflexes der ersten Trennungsfläche durch Fortfall der Spiegelung überhaupt. Die Polarisationsmethode wäre gekennzeichnet durch die *Zweiteilung der Pupille in eine Beleuchtungs- und eine Abbildungshälfte*. Das Kennzeichen der dioptrischen oder rechtläufigen Methode wäre die *Verdeckung* der restierenden — im Abbildungssystem rechtläufig dioptrisch mitabgebildeten — Lichtreflexe durch halbmondförmige Blenden *innerhalb* des Abbildungs- bzw. Beleuchtungssystems. Das Kennzeichen der katoptrischen oder rückläufigen Methode wäre die *Ablenkung* aller vorhandenen Lichtreflexe, durch einen geeigneten Incidenz- und Reflexionswinkel, *außerhalb neben* die Eintritts- bzw. Austrittspupille des Abbildungssystems. Wir folgen der *historisch-genetischen* Behandlung des Problems.

Der Vater des Gedankens, welcher auf den Weg führte, war *Friedrich Fuchs* (Bonn 1882)[2]). Der Plan seines stabilen reflexlosen Augenspiegels bestand aus einem Beleuchtungsrohr und einem Abbildungsrohr, deren Enden spitzwinklig zusammen-

[1]) *O. Gerloff*, Photogramme des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges. Zehender Klin. Mon.-Bl. 1891.

[2]) *Friedrich Fuchs*, Vorschlag zur Konstruktion eines Augenspiegels mit neuer Reflexions- und Polarisationsvorrichtung. Z. f. Instrkde. 1882, Heft 9, S. 305—310.

stießen und deren Öffnungen je vor einer Pupillenhälfte des untersuchten Auges lagen. An der Vereinigungsstelle der beiden Rohre, dicht vor dem untersuchten Auge, war ein einziger Nicol angebracht, welcher zugleich den Spiegel vertritt. Hierdurch wurde die strengere Scheidung der Pupillenhälften des untersuchten Auges gesichert, indem durch die *Beleuchtungshälfte* der Pupille nur ordinäre, durch die *Abbildungshälfte* nur extraordinäre Strahlen verlaufen. Das Beleuchtungsrohr entwarf mittels eines Linsensystems ein Bild der Lichtquelle in einer Pupillenhälfte des untersuchten Auges. Das Abbildungsrohr erzeugte durch eine Linse, in deren Brennpunkt die Pupillenebene des untersuchten Auges lag, ein reelles umgekehrtes Augengrundbild, welches durch eine zweite Konvexlinse von gleicher Brennweite, in deren Brennpunkt die Pupille des Beobachters zu liegen kam, betrachtet wurde. Der Plan kam indes nicht zur Ausführung.

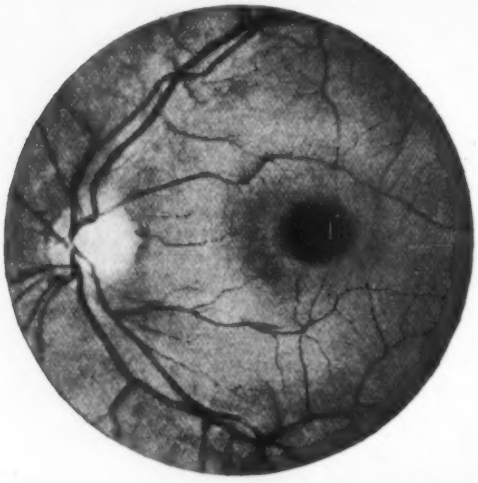


Fig. 1. Photogramm des normalen Augengrundes eines 13 jährigen Mädchens nach *Dimmer*, in etwa 12facher Vergrößerung (nach einem kleineren Originalnegativ), 1907 l. c. Taf. XIV.

Walter Thorner hat mit seinem stabilen reflexlosen Augenspiegel zuerst (1899 Berlin)[1]) einen ähnlichen Plan zur Verwirklichung geführt, wobei — unter Ersatz des Nicols durch ein total reflektierendes Prisma — im Beleuchtungsrohr die Hälfte der Lichtquelle und im Beobachtungsrohr die Hälfte des Okulars durch je eine halbmondförmige Blende verdeckt wurde. Diesen beiden Blenden ist die Schutzwirkung gegen jene nicht beseitigte, an der konkaven Linsenhinterfläche entstehende Lichtreflexion zuzuschreiben. Ihm gelang es so zuerst, das reflexfreie Bild des lebenden menschlichen Augenhintergrundes seinen erstaunten Fachgenossen vorzuführen. *Thorner* hat mit seinem Instrument auch Photographien des Augengrundes hergestellt.

Wolff (Berlin)[1]) zeigte mit seinem elektrischen Handaugenspiegel, daß jene Spiegelungen an der Hornhaut und vorderen Linsenfläche, besonders aber auch die an der konkaven Hinterfläche der Linse (s. u.) unschädlich gemacht werden, wenn die Grenze des reflektierten Beleuchtungskegels bzw.

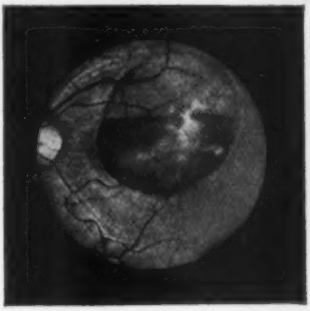


Fig. 1a. *Dimmer*, Netzhautblutung bei einem 26jähr. Mädchen (nach Wien. Klin. Wchschr. 1911).

Lichtfocus (*L″* in Fig. 3 und 4) in der einen Pupillenhälfte des untersuchten Auges sich mindestens 1 mm von der Achse entfernt hält. Dies wird allein durch eine geeignete Neigung des kleinen Beleuchtungsspiegels (*S* in Fig. 3 und 4) erreicht. Die Einführung eines in der Pupillenebene des untersuchten Auges gelegenen *Glühfaden*bildes als *Lichtquelle* wurde hierbei von grundlegender Bedeutung. Denn wegen dessen Kleinheit konnte man nunmehr über den weitaus größten Raum in der Pupille zur *Beobachtung* verfügen.

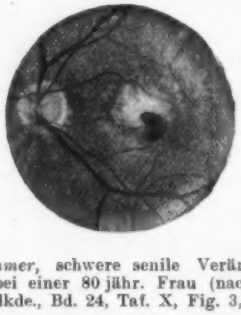


Fig. 1b. *Dimmer*, schwere senile Veränderungen im gelben Fleck bei einer 80jähr. Frau (nach Zeitschr. f. Augenhlkde., Bd. 24, Taf. X, Fig. 3, 1910).

In den Jahren 1901—1902 hat *Friedrich Dimmer*[2]) (Wien) seine hervorragenden Photographien des menschlichen Augenhintergrundes mit seinem von der Firma *Carl Zeiß* in Jena erbauten Apparate

[1]) *Walter Thorner*, Ein neuer stabiler Augenspiegel mit reflexlosem Bilde. Z. f. Psychologie und Physiologie d. Sinnesorgane Bd. *20*, S. 294—315. Ferner: Die Theorie des Augenspiegels und die Photographie des Augenhintergrundes. Berlin, A. Hirschwald, 1903.

[1]) *Hugo Wolff*, Über eine neue Untersuchungsmethode des Augenhintergrundes mit einem neuen elektrischen Augenspiegel. Berl. Klin. Wochenschr. 1900, Nr. 16, und Zeitschr. f. Augenheilkde. 1901, Bd. *5*, S. 101—109.

[2]) Bericht d. Heidelb. ophthalmol. Versammlg. 1901, S. 162—169, und 1902, S. 285—290.

hergestellt, wobei er das Beleuchtungsprinzip des Wolffschen elektrischen Augenspiegels mit dem Prinzip des Thornerschen Abbildungssystems vereinigte. *Dimmer* gelang es, einen ganzen Atlas von normalen und krankhaften Befunden des lebenden menschlichen Augengrundes zusammenzustellen (s. Fig. 1, 1a, 1b). Als Lichtquelle diente elektrisches Bogenlicht von 30 Amp. mit Momentverschluß [1]).

Bei *vollständiger* Berücksichtigung aller Anteile des Problems, auch jener letzten Lichtreflexion am Hohlspiegel der hinteren Linsenfläche des Auges, ergibt sich eine neue Lösung.

Diese führt zur *katoptrischen Methode der zentrischen reflexfreien Abbildung des Augengrundes* (Fig. 3 und 4) [2]). Wenn man den bei der Lichtreflexion an jenen drei katadioptrischen Systemen nachweisbaren und beobachtbaren Tatsachen nachgeht, also den induktiven Weg einschlägt, so ergibt sich nach den gewöhnlichen Reflexionsgesetzen, daß, wenn man den Beleuchtungsfocus in der einen Pupillenhälfte (Fig. 3, *L''*) achsensenkrecht von der Achse des untersuchten Auges nach dem Pupillenrande hin wandern läßt, die störenden *regelmäßigen Lichtreflexe* mit zunehmendem Incidenz- und Reflexionswinkel mehr und mehr zur Seite neben den Strahlenkegel des Augengrundbildes (vgl. Fig. 4, *a*, *b*) hin entweichen. Und zwar: von dem Hohlspiegel der Linsenhinterfläche, deren Mittelpunkt *vor* der Krümmungsfläche liegt, katoptrisch kollektiv nach dem gegenüberliegenden Raum neben der Achse (Fig. 3, *L'''*, *Rl*); von den erhabenen Spiegeln der Hornhaut und Linsenvorderfläche, deren Mittelpunkte *hinter* der Krümmungsfläche dem Objektraum gegenüberliegen, nach der Seite des Lichteinfalls (Fig. 3, λ). Hierdurch wurde *ein endlicher, um die Achse herum gelegener Raum für die Beobachtung frei und somit die zentrische reflexfreie Abbildung des Augengrundes wesentlich ermöglicht.* Die Lage des Beleuchtungsfocus in der Pupille wird durch eine geeignete Spiegelneigung (*S* in Fig. 3 und 4) hergestellt. Zu der (Fig. 3, *L''* und Fig. 4, *L''*) dargestellten möglichst weiten Entfernung des Beleuchtungsfocus von der Achse bis nahe zum Rande der — durch Einträufelung eines Tropfens einer 1 proz. Homatropinlösung maximal erweiterten — Pupille kommt man durch den Umstand, daß die katoptrische Abbildung infolge der bekannten optischen Fehler des menschlichen Auges keine ganz reine ist.

Nach der Natur der brechenden Medien des Auges, welche ja nicht aus Glas, sondern aus durchsichtigen organischen Formelementen bestehen, an deren Wandungen Diffraktion des Lichtes stattfindet, kommt dem Problem der reflexfreien Ophthalmoskopie noch ein Anteil in der *diffusen Reflexion* zu. Die vom Beleuchtungskegel (*L''* in Fig. 3 und 4) getroffenen winzigen Stellen der brechenden Systeme werfen infolgedessen das erborgte Licht nach allen Seiten zurück, verhalten

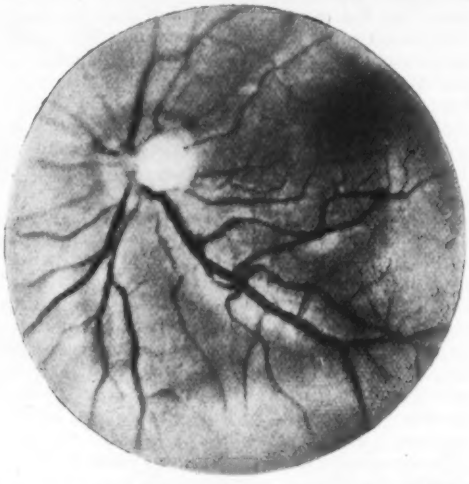
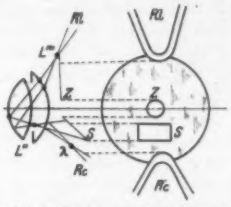


Fig. 2. *Wolff*, Selbstaufnahme meines rechten Augenhintergrundes, mit nach theoretischen Grundsätzen hergestellter Versuchsanordnung, ohne vorherige Einstellung. Etwa 12fache Vergrößerung (nach einem kleineren Originalnegativ). Nach Arch. f. Augenheilkde., Bd. 59, Taf. IV, 1908.



a Sagittalschnitt, *b* Flächenansicht.

Fig. 3. (Natürl. Größe.) Schema der katoptrischen Beseitigung der Hornhaut- und Linsenreflexe: katoptrische Methode der zentrischen reflexfreien Ophthalmoskopie von *Wolff*, 1903, 06, 08, 12. *a* Sagittalschnitt, *b* Flächenansicht. *Rl* Reflex der konkaven Linsenhinterfläche. *Rc* Hornhautreflex (beide zeigen wegen der Aberration des menschlichen Auges das Lichtquellenbild in kissenförmiger Verzerrung). *Z* zentrische 3 mm-Blende, Eintrittspupille des Abbildungssystems. *S* Planspiegel. *L''* Bild der Lichtquelle. *L'''* katoptrisches Bild des Beleuchtungsfocus, von der konkaven Linsenhinterfläche reflektiert. λ katoptrisches Bild des Beleuchtungsfocus, von der Hornhaut reflektiert. Die gleichgerichtete, aber katoptrisch *dispansive* Abbildung des Beleuchtungsfocus durch die konvexe Linsenvorderfläche ist, um die Figur nicht zu verwirren, nicht gezeichnet.

[1]) *Friedrich Dimmer*, Die Photographie des Augenhintergrundes, Wiesbaden, I. F. Bergmann, 1907. Ferner: *R. Hesse*, Embolie der Zentralarterie, Zeitschr. f. Augenheilkunde 1908, Bd. 19, S. 440; Drusen der Chorioidea ibid. 1910, Bd. 24, S. 219; Präretinale Blutungen ibid. S. 327.

[2]) *Hugo Wolff*, Über Mikro-Ophthalmoskopie und über die Photographie des Augengrundes. Ophthalmol. Klinik 1903 Nr. 10, 1906 Nr. 15 und 18. — Zur Photographie des menschlichen Augenhintergrundes, Archiv f. Augenheilkde. 1908, Bd. *59*, S. 115—142. — Über die zentrische reflexlose Mikro-Ophthalmoskopie, Ztschr. f. Augenheilkde. 1912, Bd. 28, S. 307—324. — Über neue ophthalmoskopische Untersuchungsmethoden, 1913, Zeitschr. f. Augenheilkde. Bd. *29*, S. 224—236.

sich somit wie selbstleuchtende Körper. Gegen dieses Nebenlicht wirkt der undurchsichtige Teilspiegel (*S* in Fig. 3 und 4) gleichzeitig als Schutzblende.

Hieraus ergibt sich folgende *Verwirklichungsweise.* Die *Beleuchtungsröhre* (1906/08 l. c.) bildet die Lichtquelle (Fig. 4, *L*) durch ein Linsensystem zunächst in einer zentrischen Blende (Fig. 4, *L'*) ab und dieses Lichtbild wird durch ein orthoskopisches Okular unter Vermittlung des Planspiegels (Fig. 4, *S*) am Pupillenrande des untersuchten Auges (Fig. 4, *L''*) aplanatisch abgebildet. Das beleuchtete Gesichtsfeld von 7½ mm Durchmesser (Fig 4, *a*) wird durch *die brechenden Medien (Linse und Hornhaut) des Auges selbst kombiniert und mit einer dicht davor gesetzten Recoßlinse (Fig. 4, R) und in Luft zwischengeschalteter zentrischer physischer Blende von 3 mm Durchmesser als Objektiv* direkt (in *b*, Fig. 4) abgebildet.

Fig. 4. Zentrische reflexfreie Abbildung des Augengrundes von *Wolff*, 1903, 06, 08, 12. Größe: 1 : 2. *L* Lichtquelle, *L'* erstes Bild des Glühfadens in zentrischer Blende, *S* Planspiegel, *L''* Beleuchtungsfocus, *a* beleuchtetes Gesichtsfeld, *Z* zentrische 3 mm-Blende (Eintrittspupille des Abbildungssystems), *R* Recoßlinse, *b* direktes umgekehrtes Augengrundbild.

Handelt es sich nur um eine klinische Untersuchung des Auges, so dient als Lichtquelle (Fig. 4, *L*) eine kleine Glühfadenlampe von 4 Volt Spannung und das Objektivbild *b* (Fig. 4) wird mit einem Mikroskopokular betrachtet. Dieses *Ophthalmomikroskop nach Wolff* (1903/1912 l. c.) ist erst kürzlich von der Firma *Carl Zeiß* in Jena gebaut worden und zeigt das reflexfreie Bild des Augengrundes in einer 33,5 bis 63 fachen Vergrößerung.

Zur *photographischen Aufnahme des Augengrundbildes* wurde (1906/08 l. c.) an den Ort des letzteren (Fig. 4, *b*) eine orthochromatische Momentplatte (von *Kranseder & Co.*, München) gebracht. Als *Lichtquelle* diente das Bogenlicht einer Siemens-Schuckert-Lampe (30 Amp., 1200 Kerzen) mit Momentverschluß. Die Blendung des untersuchten Auges ist bei der Kürze der Expositionszeit so geringfügig, daß sie keiner Beachtung bedarf (s. Fig. 2).

Die sphärischen und chromatischen Fehler einer Einzellinse sind den *Recoßlinsen* (Fig. 4, *R*) wegen ihrer Dünne und Kleinheit nur in geringem Grade eigen. Die Chromasie entfällt fast aus der Betrachtung, da es sich hier vorwiegend um eine monochromatische Abbildung durch rotes Licht handelt; sodaß nur die an sich geringen und durch das Öffnungsverhältnis (ca. $^1/_{20}$) stark eingeschränkten sphärischen Fehler verbleiben.

Mittels eines Satzes von auswechselbaren Recoßlinsen können alle menschlichen Augen, deren optischer Bau individuell sehr variiert, nach vorheriger Untersuchung leicht auf den festen *Bildabstand* (50 mm) der photographischen Kamera (Fig. 4, *R, b)* eingestellt werden. Somit kann die Einstellung des Apparates *vor* der Aufnahme fast ganz nach theoretischen Grundsätzen bewirkt werden. Der Untersuchte hat hierauf (bei Rauchglasbelichtung) nur in die Beleuchtungsröhre hineinzublicken und der Beobachter sich lediglich vom Vorhandensein des Bildes im Apparat zu überzeugen, während eine peinlich genaue Korrektion der Einstellung nur in seltenen Fällen notwendig wird und eine Verschiebung der photographischen Platte von 0 bis 2,5 mm erfordern würde. Dann wird die Momentbelichtung in Tätigkeit gesetzt.

Die *Bildqualität* ist — besonders bei richtiger Auswahl der Reproduktionstechnik oder Abdruck auf Tafeln — derartig, daß sie der wissenschaftlichen Mitteilung bereits volle Dienste leistet. Zu ihrer Weiterentwicklung ist in der gezeichneten Versuchsanordnung der Weg gegeben. Denn erstens ist die Abbildung eine zentrische; zweitens bedingt der — durch die in Luft zwischengeschaltete zentrische Blende (Fig. 4, *Z*) bewirkte — gestrecktere Strahlenverlauf im Objektiv eine höhere optische Leistung; drittens resultiert aus dem geringen Öffnungverhältnis (1 : 20) eine größere Tiefenschärfe des Bildes; viertens sind, einen richtigen Betrachtungsabstand vorausgesetzt, die Aufnahmen — weil die Objektivöffnung gleich der physiologischen Pupillenweite des menschlichen Auges (3 mm) ist — naturgetreuer[1]) und endlich läßt das Güteverhältnis — Verhältnis der verbrauchten Energien zu den nutzbaren Energien, Mindestanzahl der Übergänge aus Luft in Glas im Abbildungssystem — eine noch weitere Verkürzung der Expositionszeit zu.

Zum Zweck der *gleichzeitigen photographischen Aufnahme zweier stereoskopischer Halbbilder des Augengrundes* wählt man statt der zentrischen Blende (Fig. 4, *Z*) 2 exzentrische Eintrittspupillen. Man kann dann entweder mit einer Drünerschen Kamera (von *Zeiß*, Jena) im *direkten* umgekehrten Augengrundbilde (Fig. 4, *b*) photographieren oder zunächst durch eine größere v. Rohrsche deformierte Ophthalmoskoplinse[2]) (von 40 mm Durchmesser

[1]) Vgl. *A. Gleichen*, Grundzüge der naturgetreuen photographischen Abbildung, Halle a. S. 1910. Derselbe: Grundriß der photographischen Optik auf physiologischer Grundlage, Berlin 1913, Verlag „Der Mechaniker".

[2]) *v. Rohr*, Über neuere Bestrebungen in der Konstruktion ophthalmologischer Instrumente. Bericht der Heidelberger ophthalmol. Ges. 1912, S. 53, I. F. Bergmann, Wiesbaden.

und 60 mm Brennweite), in deren Brennpunkt die Pupillenebene des untersuchten Auges liegt, ein *Zwischenbild* erzeugen. Von diesem fängt man durch eine Stereoskopkamera, deren Doppelobjektiv mit einer Henker-v. Rohrschen Binokularlupe [1]) (ohne Okulare) kombiniert wird, 2 Halbbilder auf, worauf wir an anderer Stelle (1913, l. c.) eingegangen sind.

Das Aronssche Chromoskop. (Farbenweiser).

Von Dr. Bruno Borchardt, Charlottenburg.

Eine einwandfreie Benennung der Farben ist eine Aufgabe von hohem theoretischen und praktischen Interesse, deren Lösung sowohl in den Kreisen der Künstler und Techniker wie in denen der reinen Wissenschaft wiederholt angeregt und versucht worden ist. Aus dem Fehlen genügender Farbenbezeichnungen in älteren Sprachen sowie bei Naturvölkern hat man zuweilen auf das Fehlen der entsprechenden Farbenempfindungen, auf die mangelhafte Farbentüchtigkeit der Augen älterer Völker sowie von Naturvölkern schließen wollen, so daß die Farbenempfindung sich erst im Laufe der Zeiten entwickelt habe. Auch bei den Kindern wird aus demselben Grunde eine Entwicklung der Farbenempfindung angenommen. „Das Kind weiß nicht, was Grün und Blau bedeutet, wenn es schon Gelb und Rot kennt", sagt z. B. *v. Preyer* (Die Seele des Kindes) und schließt, daß die Empfindung für kurzwellige Farben sich erst allmählich zur vollen Empfindungsstärke entwickelt. Es ist das ein ebenso unberechtigter Schluß, wie der auf die Blaugelbblindheit der alten Griechen aus dem Umstande, daß für reines Gelb und reines Blau keine eindeutigen griechischen Ausdrücke existierten und Blau, Grün und Violett häufig mit demselben Ausdruck bezeichnet werden. Ein sehr lehrreiches Beispiel, wie stark entwickelt das Unterscheidungsvermögen für Farben sein kann, ohne daß doch die Möglichkeit besteht, einen sprachlichen Ausdruck für die verschiedenen Farbennuancen zu finden, führt *Arthur König* an (Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane 1893 in einem Referat über *Blümner*, Die Farbenbezeichnungen bei den römischen Dichtern). Er erzählt, wie er im äußersten Westen von Canada das Farbenempfindungs-, Unterscheidungs- und Benennungsvermögen eines Indianers untersuchte: „Ich hatte seine Sehschärfe geprüft und ließ mir dann mit Hilfe eines Dolmetschers die Bezeichnung für die verschiedenen, an den von seinen Stammesgenossen angefertigten Holzschnitzereien vorkommenden Farben angeben. Alle Antworten erfolgten ganz glatt und sicher; da bemerkte ich, daß unter den vielen Pigmenten kein gesättigtes Blau vorkam. Ich zog einen so gefärbten Karton aus der Tasche und fragte nach der Bezeichnung dieser Farbe. Der Indianer stutzte, sah mich einen Augenblick ratlos an, als wenn er gar nicht verstehen könne, wie ich zu einer solchen Frage käme. Als ich diese dann wiederholte, ging er schweigend in einen Nebenraum, wo sich eine Ausstellung der in seiner Heimat vorkommenden Vögel befand; nach wenigen Augenblicken kehrte er wieder zurück mit einem Vogelbalge in der Hand und breitete dessen Flügelfedern über meinen Karton aus: die Farbe war genau dieselbe. Ein Wort für die Farbe hatte er nicht, vermutlich, weil es kein so gefärbtes Pigment oder keinen so gefärbten, im alltäglichen Leben seiner Stammesgenossen verwendeten Stoff gab; wohl aber konnte er die Farbe sicher von allen anderen unterscheiden, denn er suchte unter vielen ähnlichen (wovon ich mich nachher überzeugte) die gleiche heraus." Der Indianer „kannte" also die Farbe sehr gut. Aus dem Mangel eines sprachlichen Ausdrucks darf eben nicht ohne weiteres auf den Mangel des Empfindungs- und Unterscheidungsvermögens geschlossen werden, denn „neben dem Wissen, das mit Begriffen arbeitet und deshalb des Ausdrucks in Worten fähig ist, besteht noch ein anderes Gebiet der Vorstellungsfähigkeit, welches nur sinnliche Eindrücke kombiniert, die des unmittelbaren Ausdrucks durch Worte nicht fähig sind. Wir nennen es im Deutschen Kennen." *(Helmholtz.)*

Im gewöhnlichen Leben wird man sich mit verhältnismäßig wenigen Farbenbezeichnungen begnügen können; praktisch unerhebliche Unterschiede vernachlässigt man und kommt im allgemeinen mit den Ausdrücken Weiß, Schwarz, Grau, Braun, Rot, Grün, Blau, Gelb und ihren Zusammensetzungen und den aus ihnen abgeleiteten Worten aus und hilft sich überdies mit der Bezugnahme auf farbige Naturobjekte, wie Himmelblau, Seegrün, Rosenrot, Kastanienbraun, Golden, Silbern usw. Eine genauere Bezeichnung verlangen allerdings die Techniken, die mit Farben zu tun haben, wie die Färberei, die Weberei, die Konfektion, die Malerei usw., die die Farben nach Farbstoffen benennen (Cochenille, Safran, Indigo) oder nach Orten der Herkunft von Farbstoffen (Pariser Blau, Schweinfurter Grün) oder auch einfach nach Konvention (Solferino, Magenta, Königsblau). Auch die Maler, Handwerker und Künstler bedienen sich naturgemäß der technischen, ihnen aus der Praxis vertrauten Farbenbezeichnungen. Alle derartigen Bezeichnungen können aber für die Wissenschaft, speziell für die Naturwissenschaft, nur als ein ganz unzureichender Notbehelf dienen. Hier ist eine so genaue Bezeichnung einer Farbenempfindung, daß sie nach Farbenton, Sättigung und Helligkeit vollkommen eindeutig bestimmt erscheint, ein ganz natürliches, sich von selbst ergebendes Bedürfnis. Daß ihm mit obigen Bezeichnungen nicht gedient sein kann, liegt auf der Hand, ganz abgesehen davon, daß ein Farbenmuster, das etwa als Normalstück einer derartigen Farbenbezeichnung gelten soll, mit der Zeit Veränderungen der Farbe ausgesetzt ist.

[1]) *O. Henker* und *M. v. Rohr*, binokulare Lupen schwacher und mittlerer Vergrößerung. Zeitschr. f. Instrumentenkde. 1909, S. 280—286.

Verschiedentlich sind Versuche in der Richtung einer wissenschaftlich einwandfreien Farbenbezeichnung gemacht worden, so in umfassender Weise von *Chevreul* in seinem Werke „Exposé d'un Moyen de définir et de nommer les couleurs", 1861, worin er sicher und endgültig die Frage beantwortet zu haben glaubt, „de savoir s'il est possible d'assujettir les couleurs à une nomenclature raisonnée en les rapportant à des types classés d'après une méthode simple, accessible à l'intelligence de tous ceux qui s'occupent des couleurs soit à un point de vue purement scientifique soit à un point de vue d'application". Eine zahlenmäßige Angabe der Farben kann das Werk aber nur durch den Hinweis auf Farbentafeln geben, und diese leiden an dem Übelstand, daß sie gegenüber der schier endlosen Fülle von Farbennuancen, die in der Natur auf uns einstürmen, doch nur verhältnismäßig wenige Farben enthalten können, und zweitens an dem noch viel größeren Übelstand, daß die Farben auf Farbentafeln mit der Zeit nicht unveränderlich, sondern sehr starken Einwirkungen des Lichtes ausgesetzt sind. Nur für die reinen Spektralfarben bietet sich in den Wellenlängen resp. Schwingungszahlen eine unveränderliche Maßbestimmung ganz von selbst dar. Aber die reinen Spektralfarben spielen in der Natur und im Kunstgewerbe wie in den verschiedensten Techniken fast gar keine Rolle, für die hier uns entgegentretende reichhaltige Fülle von Farben konnte ein unveränderlicher Maßstab um so weniger gefunden werden, als ja nicht nur der Farbenton, sondern auch die Helligkeit und die Sättigung für die Farbenempfindung von entscheidender Bedeutung sind.

Eine Lösung der Aufgabe scheint nun in dem von *Arons* konstruierten Farbenweiser (Chromoskop) vorzuliegen, der in seiner endgültigen Form in den Annalen der Physik (4. Folge, Band *39*, 1912) beschrieben wird. In seinem umfassenden Aufsatz über „das theoretische und praktische Problem der Farbenbenennung stellt *Waetzold* drei Grundforderungen für eine zukünftige Farbenbezeichnung auf (Zeitschrift für Ästhetik und allgemeine Kunst *IV*, 1909): 1. Die Farbenbenennungen müssen von internationaler Verständlichkeit sein. 2. Sie müssen von individualer Verständlichkeit sein, d. h. die Vorstellung der Farben, zu denen sie gehören, möglichst sicher und leicht zu wecken vermögen. 3. Ihr Umfang muß wenigstens annähernd dem der malerischen Palette entsprechen. Die Forderungen zwei und drei widersprechen einander, wie *Waetzold* selbst betont: „Entweder man versucht die Aufstellung einer die beiden ersten Bedingungen erfüllenden Nomenklatur, dann widerspricht der kleine Wortschatz dem Reichtum der tatsächlich sich anbietenden Farben oder: man verfaßt ein umfangreiches Farbenwörterbuch. Wird es dann zwar dem dritten Wunsche verhältnismäßig gerecht zu werden vermögen, so kann es doch nicht von allgemeiner Verständlichkeit und Anwendbarkeit sein." Hinzuzufügen ist den Forderungen von *Waetzold* noch die Unveränderlichkeit der mit der Benennung verbundenen Farbe, die immer wieder dieselbe Empfindung auslösen muß.

Der Aronssche Apparat läßt die zweite Forderung gänzlich unberücksichtigt und sucht lediglich den andern Forderungen gerecht zu werden. Sein Prinzip ist kurz folgendes:

Bekanntlich entstehen bei Beleuchtung mit gewöhnlichem weißen Licht in einem senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Quarzplättchen in einem Polarisationsapparat, also zwischen Polarisator und Analysator, die allerverschiedensten Farben, je nach der Dicke des Plättchens und der Stellung der beiden als Polarisator und Analysator dienenden Nicolschen Prismen. Der Quarz dreht die Polarisationsebene und zwar in verschiedenem Maße je nach der Wellenlänge, so daß die Schwingungsebene des langwelligen roten Lichtes am wenigsten, die des kurzwelligen violetten am stärksten gedreht wird. Der Analysator läßt von jeder Lichtart nur eine seiner eigenen Polarisationsebene entsprechende Schwingungskomponente hindurch, so daß also eine Mischfarbe entsteht, die mit der Stellung des Analysators und Polarisators sich ändert. Dreht man die Polarisationsebene des Analysators aus der Parallelstellung zum Polarisator in die gekreuzte (um 90°), so wird eine zu der ersten komplementäre Farbe entstehen, und bei weiterer Drehung um 90° wird die anfängliche Farbe wieder erscheinen. Im Drehungsgebiet von 180° werden dagegen stets verschiedene Farben erscheinen. Außerdem hängt der Betrag der Drehung der Polarisationsebene und damit die zur Erscheinung kommende Farbe von der Dicke des Quarzplättchens ab, sie ist direkt proportional der Dicke des durchstrahlten Plättchens. Durch Plättchen von verschiedener Dicke erhält man also bei derselben Stellung von Polarisator und Analysator ebenfalls verschiedene Farben.

Durch die Dicke des Quarzplättchens, die in Millimeter angegeben ist, und den Neigungswinkel der Schwingungsebenen der beiden Nicolschen Prismen (Polarisator und Analysator) in Winkelmaß ist die Farbe festgelegt und zwar *absolut*. In der Möglichkeit dieser absoluten Bestimmung der Farbe dürfte für den Physiker die hauptsächlichste Bedeutung des Apparates liegen.

Fig. 2 zeigt den in Fig. 1 photographisch abgebildeten Apparat in schematischer Darstellung. Die Drehung des Analysators, des Nicolschen Prismas *A*, ist am oberen Teilkreis ablesbar; zwischen ihm und dem Polarisator *P* sind sieben Quarzplättchen von den Dicken 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8 und 8 mm durch Hebel bequem ein- und ausschaltbar. Mit diesem „einfachen" Chromoskop würden sämtliche Quarzdicken von 1/4 bis 23 3/4 mm in Stufen von 1/4 mm Abstand herstellbar sein, also 95 verschiedene Quarzdicken. Würde man die Drehung des Nicols *A* von Grad zu Grad ablesen — die Genauigkeit der Ablesung ist in dem Apparat weiter getrieben —, so würde man $95 \times 180 = 17\,100$ verschiedene Farbennuancen erhalten. Trotz dieser Reichhaltigkeit wird dem praktischen Bedürfnis damit nicht Genüge geleistet, namentlich zeigt sich in den Farben des Farbenweisers ein auffallender Mangel an roten Tönen. *Arons* wiederholt deshalb das Prinzip des Appara-

tes, indem er an dem vorderen Ende einen Hilfspolarisator P'' mit den Hilfsquarzplatten $Q_I - Q_{IV}$, ebenfalls durch Hebel ein- und ausschaltbar, anbringt. Die Hilfsplatten haben die Dicken 1, 2, 4, 8 mm, können also zu 15 verschiedenen Dicken von 1—15 mm in Stufen von je 1 mm Abstand kombiniert werden. Die Drehung des Hilfspolarisators ist an dem unteren Teilkreis ablesbar. Die Zahl der in diesem „vervollständigten" Chromoskop herstellbaren Farbennuancen wächst bei Ablesung von Grad zu Grad auf $17\,100 \times 15 \times 180 = 4\,617\,000$, also auf über 4½ Million, eine Reichhaltigkeit, wie sie durch Tafeln niemals erzeugt werden kann, und jede einzelne dieser zahllosen Farbennuancen ist durch die

Fig. 1.

ihr entsprechenden Quarzdicken und Nicoldrehungen vollständig „absolut" und an jedem Orte und zu jeder Zeit wieder herstellbar bestimmt.

Dem Bedürfnis nach absoluter Farbenbestimmung wäre mit dem im bisherigen beschriebenen Apparat, der im wesentlichen mit dem von *Arons* bereits im Oktober 1910 in den Annalen der Physik beschriebenen übereinstimmt, wohl Genüge getan, die Zahl der herstellbaren Farben ist außerordentlich groß, die Bezeichnung jeder einzelnen Nuance ist vollkommen eindeutig und genügt der Forderung allgemeiner internationaler Verständlichkeit. Aber für die Praxis genügt es nicht, Vergleichsfarben immer wieder in genau derselben Weise eindeutig herstellen zu können; die Farbenempfindung ist auch von der Helligkeit der Farbe sowie in sehr starkem Maße von der Beleuchtung des Untergrundes abhängig, auf dem die Farbe erscheint, ja dadurch allein, daß eine Farbe auf einem mehr oder weniger hellen weißen oder mehr oder minder hellen farbigen Untergrunde erscheint, ist überhaupt erst eine wirkliche Beurteilung der Farbe möglich, eine einzige Farbe im Gesichtsfeld entzieht sich der Beurteilung, wie gerade im Farbenweiser überraschend schön und einfach zu demonstrieren ist.

Um zunächst die Helligkeit der Farbe des Chromoskops ändern zu können, befindet sich, wie an Fig. 2 ersichtlich, am unteren Teile des Apparats noch ein weiteres Nicolsches Prisma P'''. Wird mit den unteren Quarzplatten nicht gearbeitet, sondern nur mit den oberen Q_1—Q_7, so stellt man P''' mittels einer Klemmschraube am unteren Teilkreis fest, so daß P' und P''' nur ein einziges Nicol bilden. Durch Drehung dieses Nicols gegen den Polarisator P werden offenbar Schwächungen der Lichtintensität bewirkt, die von einer weißen mit dif-

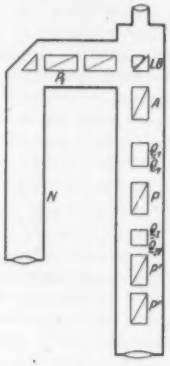


Fig. 2.

fusem Tageslicht beleuchteten Porzellanplatte herrührt, die auf einem Tischchen vor dem Rohr des Apparates liegt; für absolute Angaben benutzt *Arons* Platten, die über verbrennendem Magnesium mit einer gleichmäßigen Schicht von Magnesia überzogen sind, wodurch gleichzeitig eine etwa 25 % größere Helligkeit erreicht wird. Sind auch die unteren Quarzplatten $Q_I - Q_{IV}$ eingeschaltet, so macht man P'' gegen P' drehbar und erreicht durch Drehung von P'' Änderung der Helligkeit, während P' und die unteren Quarzplatten bewirken, daß bereits gefärbtes Licht in den Polarisator P eintritt.

Damit die Farbe des Chromoskops im Gesichtsfeld nicht allein erscheint, sondern auf einem mehr oder weniger hellen weißen oder zur Vergleichung mit der zu bestimmenden Farbe eines Gegenstandes farbigen Untergrunde, besitzt der Apparat neben dem Hauptrohr noch ein zweites, das Nebenrohr N, von dessen oberem Ende das Licht — auf den Gang der Strahlen von einer vor dem Rohr befindlichen weißen Porzellanplatte, der durch eine Anzahl Linsen geregelt wird, braucht hier nicht näher einge-

gangen zu werden — mittels eines total reflektierenden Prismas in das Hauptrohr geworfen wird, wo ein Lummer-Brodhunscher Photometerwürfel *LB* sich über dem Analysator befindet. Durch die mittlere, kreisförmige Berührungsfläche der beiden Teile dieses Würfels geht das im Hauptrohr aus dem Analysator kommende Licht ungehindert hindurch, während das neben dieser Fläche auftreffende Licht nach der absorbierenden Fassung des Rohrs reflektiert wird, so daß das Gesichtsfeld als kleiner Kreis erscheint; das vom Nebenrohr kommende Licht geht gerade in diesem mittleren Teil durch die Berührungsfläche nach der absorbierenden Rohrwand, während das rings um die Berührungsfläche auf den Würfel auffallende Licht nach dem Okular reflektiert wird, so daß das Gesichtsfeld für das aus dem Nebenrohr kommende Licht als ein größerer Kreisring erscheint, in dessen Mitte sich das farbige Gesichtsfeld des eigentlichen Chromoskops befindet. An der Zeichnung sieht man, daß das aus dem Nebenrohr kommende Licht noch zwei Nicolsche Prismen durchsetzen muß, von denen das eine, P_1, an einem Teilkreis drehbar ist. Man erkennt ohne weiteres, daß durch Drehung dieses Nicols eine Lichtschwächung eintreten muß. Man hat also die Möglichkeit, den Grund, auf dem die Farbe des Chromoskops erscheint, nach Belieben lichtstärker oder -schwächer zu machen. *Arons* bezeichnet daher die im Chromoskop erscheinende Farbe stets nicht nur durch die Quarzdicke und den Winkel zwischen Polarisator und Analysator, sondern fügt stets noch die Stellung des unteren Hilfspolarisators P' sowie die von P_1 hinzu, von denen die erstere die Helligkeit der Chromoskopfarbe, die letztere die Helligkeit des umgebenden Grundes anzeigt. Wie wichtig dies für die Beurteilung der Farbenempfindung ist, ist schon oben kurz bemerkt worden, an dem Apparat tritt es ganz überraschend hervor. So erscheint z. B. die durch 4 mm Quarzdicke und eine Neigung des Analysators gegen den Polarisator um 140° bestimmte Farbe als kräftiges Dunkelgelb, wenn P′ auf 90° steht und P_1 auf 25° gebracht wird. *Arons* bezeichnet die Stellung der ersteren Prismas mit *H*, die des letzteren mit *D*, so daß die vollständige Bezeichnung dieses kräftigen Dunkelgelb in der für das Chromoskop sich ergebenden Schreibweise ist:

4 mm 140° *H* 90 *D* 25.

Läßt man jetzt *D* allmählich bis 90° wachsen, so erfolgt dabei ein Übergang des Gelb in Braun, obwohl an der Chromoskopfarbe absolut nichts geändert wird. Wird bei *D* 90 noch *H* von 90° herunter auf kleinere Werte gebracht, so wird das Braun immer dunkler, bis es schließlich in Schwarz übergeht. In Wirklichkeit ist bei dem Vorgange weder der Farbenton noch die Sättigung der Farbe irgendwie geändert worden, es handelt sich lediglich um Helligkeitsänderungen, ja anfangs, solange *H* 90 ist, nur um relative Helligkeitsänderungen, indem die Helligkeit der Chromoskopfarbe dieselbe bleibt und nur die des umgebenden Kreisrings geändert wird. Trotzdem ändert sich scheinbar auch der Farbenton und zwar so stark, daß die Sprache zu einem anderen Namen gegriffen hat — Braun statt Gelb. Ähnlich, wenn auch nicht ganz so auffällig, ist der Übergang von violetten Farbentönen zu blauen. Sehr schön kann man bei den Versuchen mit der Helligkeitsänderung auch beobachten, wie sich die Farben im Chromoskop teils als schwere Deckfarben, teils als durchscheinende (Lazur-) Farben darstellen, je nachdem der äußere weiße resp. graue Ring heller oder dunkler ist als der innere Kreis.

Statt einer weißen Porzellanplatte kann man auf das Tischchen vor dem Nebenrohr auch einen farbigen Gegenstand bringen, dessen Farbe bestimmt werden soll. Die Chromoskopfarbe erscheint dann nicht auf einem mehr oder minder stark abgeschwächten weißen resp. grauen Grunde, sondern auf einem farbigen. Die Einstellung des Gesichtsfeldes des Hauptrohres auf diese Farbe ist außerordentlich scharf, sie kann mit solcher Genauigkeit geschehen, daß für wenig geübte Augen eine Trennungslinie zwischen der Farbe des Chromoskops und der des umgebenden farbigen Ringes überhaupt nicht vorhanden ist. Ihre Bezeichnung geschieht, wenn auch die Benutzung der unteren Quarzplättchen sich notwendig macht, durch 6 Zahlen, z. B.

$$\left.\begin{array}{llll} 4\text{ mm} & 41^0 & H & 90 \\ 10\text{ mm} & 83^0 & D & 40 \end{array}\right\},$$

wobei sich die oberen Zahlen auf die unteren Quarzplatten und Nicols beziehen (Q_I—Q_{IV}, P', P''), die unteren auf die oberen Quarzplatten Q_1—Q_7, den Analysator *A* und das Nicol P_1 im Verbindungsstück des Haupt- und Nebenrohres.

Trotz der schier unübersehbaren Fülle von Farben, die im Farbenweiser nicht nur nach dem Farbenton, sondern auch nach Helligkeit und Sättigung zur Erscheinung gebracht und zahlenmäßig bestimmt werden können, versagt er gegenüber sehr reinen Farben, namentlich im Rot. Will man auch diese Farben erhalten, so kann man dem von der Weißplatte in den Apparat eintretenden Licht durch gefärbte Normalgläser einen bestimmten Ton geben. Die Farbenbestimmungen sind dann nicht mehr „absolut", doch erscheint es nicht ausgeschlossen, daß man die Farben der Normalgläser selbst mit dem Chromoskop „absolut" bestimmen könnte. Ob sich das Arbeiten mit solchen Normalgläsern empfiehlt, muß der Entscheidung der Praktiker überlassen bleiben.

Die Anwendung des Farbenweisers ist mit der Bestimmung und Messung von Farben keineswegs erschöpft. An Stelle des Analysators *A* kann ein in der schematischen Zeichnung nicht dargestelltes sogenanntes Wollastonsches Prisma, d. i. ein aus Kalkspat und Glas hergestelltes doppelbrechendes Prisma, in den Strahlengang eingeschaltet werden. Wird es benutzt, so schaltet man den Lummer-Brodhunschen Würfel aus und arbeitet nur mit dem Hauptrohr. Tritt weißes Licht in den Apparat ein, so müssen — bei Benutzung nur der oberen Quarzplatten — die beiden farbigen Bilder im Gesichtsfeld komplementäre Farben zeigen. Das Prisma ist so beschaffen, daß die beiden Bilder im Gesichtsfeld sich zum Teil

überdecken, dieser gemeinsame Teil erscheint stets weiß, während die Farben der nicht gemeinsamen Bestandteile bei der Drehung der Prismen wechseln, jedoch stets komplementär bleiben. Der Apparat erleichtert also das Studium der komplementären Farben sehr wesentlich und ebenso das der Zusammensetzung von Farben. Legt man nämlich vor das Hauptrohr statt der Weißplatte eine farbige Fläche, so erscheint der Teil des Gesichtsfeldes, in dem die beiden Bilder sich überdecken, stets in der Farbe dieser Fläche (Grundfarbe), während die beiden nicht gemeinsamen Teile je nach der Dicke der eingeschalteten Quarzplatten und der Stellung der Nicols andere und andere Farben ergeben, die sich jedoch stets zu der gemeinsamen Grundfarbe ergänzen. Besonders schön werden diese Zusammenstellungen, wenn man solche Zerlegungen wählt, bei denen die beiden Außenfelder ungefähr gleich hell erscheinen. Mit Benutzung beider Quarzsysteme kann man jede der durch das untere System allein erhaltenen beiden Farben noch einmal zerlegen und so vier Farbentöne erhalten, die miteinander und mit der gegebenen Grundfarbe in harmonischer Beziehung stehen. Durch Einschalten verschiedener Quarzdicken kann man so die mannigfaltigsten Farbenharmonien zu einer Grundfarbe auffinden. Für Farbstoffmischungen kann man hieraus freilich keinen unmittelbaren Nutzen ziehen, weil es sich dabei ja nicht um additive Farben wie hier handelt, sondern um Subtraktionsfarben, da ja ein Gemisch von Farbstoffen nur den Rest von Licht hindurchläßt resp. reflektiert, der von den einzelnen Bestandteilen nicht absorbiert wird. Mittelbar allerdings wird auch für jeden, der sich mit Farbstoffen beschäftigt, das Studium der Wirkungen von Farbenzusammensetzungen auf das Auge zweifellos von Nutzen sein. Kunstgewerbler waren überrascht von der Fülle schöner Farbenzusammenstellungen, die sich mit dem Farbenweiser ergeben. Der Farbenweiser kann also, wie sein Erfinder hofft, „außer zur nüchternen Farbenbestimmung oder Messung, die gerade der vornehmsten Schönheit, dem Spiel der Farbe auf dem Stoff, nicht gerecht werden darf, doch auch zu ästhetisch wertvoller Tätigkeit benutzt werden".

Die ärztliche Röntgen-Untersuchung des Magens und des Darmes.

Von Dr. Alban Köhler, Wiesbaden,
Spezialarzt für Röntgenologie.

Obwohl die Entdeckung der Röntgenstrahlen und ihre Verwendung zur Erkennung von Krankheiten bereits älter als siebzehn Jahre ist, obwohl man in den ersten Jahren nicht etwa nur die Knochen mit den neuen Strahlen untersuchte, sondern bereits ein bis zwei Jahre nach der Entdeckung *Röntgens* (Dezember 1895) auch bereits Weichteile, wie Herz und Lungen, zuweilen mit gutem Erfolg durchleuchtete, kann man den Magen und Darm erst seit neun Jahren (seit 1904) mit *Röntgen*strahlen sichtbar machen. Das kam daher: Die *Röntgen*strahlen geben von allen Gegenständen, so auch von den einzelnen Organen des menschlichen Körpers nur dann ein Bild, wenn der betreffende Gegenstand, der dargestellt werden soll, einen anderen Absorptionskoeffizienten für Röntgenstrahlen hat als seine Umgebung. Je größer der Unterschied in der sogenannten Röntgendichte zweier Körper, um so deutlicher wird das Röntgenbild. Der Unterschied in der Dichte von Metallen und den Weichteilen des Körpers ist ein ungemein großer, daher die leichte Darstellung der metallischen Fremdkörper (abgebrochenen Nadeln, verschluckten Münzen usw.) in den Weichteilen des Körpers. Nicht ganz so dicht, aber immerhin verhältnismäßig dicht gegenüber den Weichteilen sind die Knochen; daher die brillanten Röntgenbilder von Knochen. Alle Weichteile aber des tierischen (d. h. auch menschlichen) Körpers, also auch die Eingeweide, haben nun ungefähr den gleichen Absorptionskoeffizienten, einer wie der andere; also die Milz hat ungefähr die gleiche Röntgendichte wie die Leber, wie die Nieren, wie das Herz, wie die Bauchspeicheldrüse, wie die Harnblase und wie auch der Magen und Darm. Nur wenige Ausnahmen gibt es, und die sind das Fett und die lufthaltigen Partien, vor allem also die Lungen; die lufthaltigen Lungen lassen die Röntgenstrahlen ungemein leicht, fast ohne jedes Hindernis, passieren, während die vorhin genannten Eingeweide, Leber, Milz, Herz usw. die Röntgendichte des Wassers haben, die ungefähr 20 mal größer ist wie die der Luft, der Gase. Daher kommt es denn auch, daß sich Herz und Lungen so deutlich im Röntgenbilde wiedergeben lassen, eben weil hier zwei Organe mit größtem Dichtigkeitsunterschied aneinander grenzen. Darum auch die bereits bis in das erste und zweite Jahr der Röntgenära zurückreichende Untersuchung von Lungen und Herz mit Röntgenstrahlen. Die eben geschilderten Verhältnisse lassen es aber auch gleich erklärlich erscheinen, daß im Unterleib kein Organ mittelbar mit X-Strahlen zu sehen sein wird, denn alle Organe des Unterleibes haben gleiche *Röntgen*dichte, Leber, Milz, Nieren, Bauchspeicheldrüse, Harnblase und Darm. *Spuren* von Luft resp. Gas, was dasselbe ist, finden sich nur in den Därmen, die sogenannten Darmgase, und eine kleine Menge oben am Eingang des Magens, die sogenannte Magenblase. Diese kleinen Mengen treten natürlich im Röntgenbilde hervor, aber damit kann für eine erfolgreiche ärztliche Untersuchung so gut wie nichts angefangen werden. Nun bestand vor der Röntgenära eine Art der Größenuntersuchung des Magens darin, daß man den Magen mit Luft resp. Gasen (Brausepulvermischung) aufblähte, damit man seine Größe von außen sehen oder abklopfen konnte. Ideal ist dieses Verfahren nie gewesen, da unter anderem die elastischen Magenwände dem Druck des Gases mehr als erwünscht nachgaben und so falsche Größe des Magens vorgetäuscht werden konnte. Außerdem waren Ohnmachtsanfälle während dieser Prozedur keine Seltenheit. Obgleich es nun gewissermaßen nahe lag, den künstlich gasgeblähten Magen auch zur Röntgenuntersuchung zu benutzen, so ist doch niemals systematisch Gebrauch davon gemacht worden, eben wegen der vielen, zum Teil recht großen Nachteile dieser Methode.

Da aber, wie eingangs erwähnt, und wie jeder Laie seit den ersten Tagen der Röntgenwissenschaft aus jeder Tageszeitung weiß, Metalle am schwersten durchlässig für Röntgenstrahlen sind, so legte man sich die Frage nahe, ob nicht nach Einnehmen von schweren Metallsalzen, die man in der Magenbehandlung schon längst anwandte, wie das Bismutum subnitricum, sich brauchbare Resultate erzielen ließen. Aber Bismutum subnitricum galt für giftig und es war im allgemeinen üblich, nicht mehr als drei Gramm zu verabreichen. Diese kleine Menge Wismut, vom Patienten eingenommen, ist nun tatsächlich mit Röntgenstrahlen gut zu sehen, sie liegt wegen ihrer Schwere natürlich auf dem Magengrunde.

Man konnte also auf diese Weise nicht die ganze Gestalt des Magens kenntlich machen, sondern nur seinen tiefsten Punkt. Damit war nicht viel gewonnen, aber immerhin ein Schritt weiter getan, denn bei einer Reihe Magenleiden kommt es oft viel darauf an zu wissen, ob die Beschwerden von einer Senkung des Magens herrühren oder nicht. Viel weiter kommt man aber mit diesem Verfahren nicht, höchstens daß man durch Verabreichung des Wismutes in schweren und leichten unlöslichen Kapseln auf die Menge der Magensaftsekretion schließen kann: die schweren Kapseln sinken auf den Boden des Magens, die leichten schwimmen oben auf der Magensaftoberfläche; oder daß man durch Verabreichung von im Magensaft löslichen Kapseln voll Wismut die verdauende Kraft des Magensaftes mehr oder weniger sicher nachweist.

Da tat Professor *Rieder* (München) 1904 einen ganz großen Schritt vorwärts, indem er nach entsprechenden Tierexperimenten, aus denen hervorging, daß Wismutsalz, selbst in ganz großen Mengen genommen, keinen Schaden bringe, selbst dreißig und noch mehr Gramm Bismutum subnitricum in Griesbrei oder Mehlbrei ver-

Fig. 1. Röntgenbild des Magens.

mischt einnahm und daraufhin, als es auch bei ihm keine nachteiligen Folgen hatte, diese Untersuchungsart mit großem Wismutbrei bei seinen Patienten anwandte. Die ersten derartig aufgenommenen Röntgenbilder wirkten auf die medizinische Welt geradezu verblüffend. Man konnte den ganzen Magen in seiner Gestalt und Lage sehen und entsprechende Zeit nach der Wismuteinnahme Teile des Dünndarms, den Dickdarm und den Mastdarm, und zwar nicht etwa schwarz angedeutet auf dem Röntgenbilde, sondern markant, kontrastreich zur Umgebung, „wie mit Blei ausgegossen" (s. die beiden diesem Aufsatz beigegebenen Bilder). Mit einem Male war jetzt ein ganz ungeheuer großes neues Forschungsfeld für den Arzt erschlossen und Hunderte von Röntgenspezialisten und Magenärzten haben seit 1904 bis jetzt an dem weiteren Ausbau dieser Untersuchungsart gearbeitet. Die weitere technische Vervollkommnung der Röntgenapparate, die ein ruhiges, intensives Licht liefern, erlauben dem Arzte seit Jahren, nicht nur Lage und Gestalt des Magens am Durchleuchtungsschirm deutlich zu beurteilen, sondern auch die verdauenden Bewegungen der Magenwand zu verfolgen. Und während es in den ersten Jahren dieser Untersuchungsart nur möglich war, den Magen auf der Röntgen-(photogr.)Platte mit etwas unscharfen Konturen wiederzugeben (weil es zur photographischen Röntgenbelichtung mehrerer Sekunden bedurfte und die verdauenden Wellen der Magenwand sich in dieser Zeit weiter verschoben), gelingt es jetzt mit den üblichen Apparaten in Bruchteilen einer Sekunde ein absolut scharfes Bild des Magens zu schaffen. Immerhin bleibt die Durchleuchtung am Schirm die Hauptsache bei der Untersuchung, aber die photographische Fixierung bleibt unentbehrlich, um die charakteristischen Zeichen des Krankheitsbildes objektiv festzuhalten.

Statt des Bismutum subnitricum sind im Laufe der Jahre eine Reihe anderer sogenannter „Kontrastmittel" für die beschriebenen Röntgenuntersuchungen angegeben worden. Es war nämlich folgendes geschehen: Nachdem

Fig. 2. Röntgenbild des Dickdarmes.

in der ganzen Welt schon Tausende von Röntgenuntersuchungen auf geschilderte Weise vorgenommen worden waren, starben einmal zwei Kinder in den ersten Lebensjahren, denen zwecks Untersuchung des Mastdarmes oder des Dickdarmes Bismutum subnitricum in Form eines Einlaufes gegeben worden war. Es wurde nun von manchen Seiten behauptet, es müsse sich bei diesem Fall um Wismutvergiftung handeln, während von anderer Seite behauptet wurde, es könne sich nur um Nitritvergiftung handeln. Es wurde lange gestritten und während dieser Zeit Ersatz für das Wismut empfohlen, so das Zirkonoxyd, Thoriumoxyd, Aktinophor (ein Cer-Thorium-Präparat), Baryum sulfuricum, Eisenoxyduloxyd (Magneteisenstein) u. a. Die Verfechter der Ansicht, daß es sich nicht um Wismutvergiftung bei den erwähnten Todesfällen handeln könne, hatten inzwischen ein anderes Salz des Wismuts empfohlen, das ungiftig sei,

das Bismutum *(carbonicum* (subcarbonicum). Dieses kohlensaure Wismut ist nun in einer Reihe von Jahren in aller Welt doch sicher bei mehr als hunderttausend Magen-Darm-Röntgenuntersuchungen gebraucht worden ohne jeden Unfall. Und da das Wismut, wenn auch etwas teurer als einige der anderen Kontrastmittel, den bei weitem dichtesten Schatten gibt, so ist es hier nicht gelungen, das, wie jetzt endgültig feststeht, absolut ungefährliche kohlensaure Wismut zu verdrängen.

Das Gehirn des Homo Neandertalensis sive primigenius.

Von Dr. Stefanie Oppenheim.

Die in den letzten Jahren durch *Schwalbe, Klaatsch, Boule* und andere vorgenommenen Studien des Schädels von Homo primigenius haben eine ganz verschiedene Schädelform gegenüber derjenigen des rezenten Menschen aufgedeckt, so daß man dem Wunsche nachging, auch das Gehirn kennen zu lernen, das dieser Schädel barg. Es ist selbstverständlich ausgeschlossen, jemals ein Gehirn dieser ausgestorbenen Menschenformen zu finden. Es lag daher nahe, durch Schädelausgüsse wenigstens ein annäherndes Bild von der Oberflächengestaltung, Größe und Form ihrer Gehirne zu bekommen. Über ihre Größen sind wir allerdings einigermaßen durch die Außenmaße des Schädels orientiert, wenn auch die Längenbreiten-Indices des Schädels und Gehirns nicht die gleichen Werte ergeben können, da die Knochenauflagerungen besonders in der Vorder- und Hinterhauptsgegend, ebenso wie die Stirnhöhlen das Längenmaß des Schädels mehr vergrößern als das Breitenmaß. Das Bild des Gehirnausgusses deckt sich ferner auch nicht genau mit der Gehirnform; man muß noch die Hirnhäute samt der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit abziehen. Trotzdem aber prägen sich nicht nur die größeren Hirnteile, sondern auch einzelne Windungen des Gehirns durch die Hirnhäute hindurch deutlich an der Innenfläche der Schädelwand ab und hinterlassen dort ihre „Impressiones".

Es ist *Schwalbes* Verdienst, gelegentlich seiner Nachprüfung der Gallschen Lehre gezeigt zu haben, daß das Windungsrelief in bestimmten Regionen des Schädels zum Teil sogar äußerlich sichtbar wird. *Schwalbe* betont jedoch hierbei, „daß ein Lappen- und Windungsrelief nur an *den* Teilen der Schädelkapsel auftritt, welche von kräftigen Muskeln bedeckt sind", wodurch gleichzeitig bewiesen wird, daß jede hindernde Wirkung auf das wachsende Gehirn durch Muskeldruck ausgeschlossen ist. Diese Erkenntnis ist um so wichtiger, als man annehmen muß, daß die Muskelmasse der fossilen Menschen diejenige des rezenten bei weitem übertroffen hat.

Boule und *Anthony* haben nun mittels der Methode des Gehirnausgusses die Gehirnoberfläche der beiden zuletzt gefundenen ausgezeichnet erhaltenen Schädel von Homo primigenius, denjenigen von La Chapelle-aux-Saints und von La Quina studieren können. Der erstgenannte Fund wurde bekanntlich in einer Grotte von La Chapelle-aux-Saints im Departement Corrèze gehoben, der letztere im Departement Charente. Beide gehören dem mittleren Pleistozän, dem sogenannten Hoch-Moustérien, an. Die genannten Autoren versuchten auf Grund ihrer eingehenden Studien die Stellung der beiden fossilen Individuen zu den Anthropoiden und dem rezenten Menschen festzulegen und sind zu interessanten Resultaten gekommen[1])

Was nun zunächst die *Größe des Gehirnschädelraums* betrifft, so ist diejenige des Homo von La Chapelle und von Neandertal bedeutender als die von La Quina und Gibraltar. Hauptsächlich aus diesem Grund hält *Anthony* den Schädel von La Quina für weiblich; ebenso findet *Keith* weibliche Eigenschaften am Schädel von Gibraltar, während die beiden Skelete von La Chapelle und Neandertal männlichen Geschlechts sein sollen. So viel steht aber fest, daß alle diese vier Funde dem gleichen Rassentypus angehören. Die größte Länge des Hirnausgusses von La Chapelle beträgt 185 mm, die seines Schädels 208 mm (die rechte Hemisphäre ist um 3 mm länger als die linke); die größte Breite des Ausgusses beträgt 145 mm, die des Schädels 156 mm (die linke und kürzere Hemisphäre ist um 7 mm breiter als die rechte). Die Basion-Bregma-Höhe des Gehirns ist 126 mm groß, die des Schädels 131 mm. Vergleichen wir die Längenbreiten-Indices des Homo von La Chapelle mit denjenigen von La Quina, so finden wir für den ersteren 78,3 (Schädel 75), für den letzteren dagegen nur 73,8 (Schädel 68,2 n. *H. Martin).* Der Längenhöhenindex[2]) des Homo von La Chapelle erreicht 68,1 (Schädel 62,9), und der Breitenhöhenindex 86,8 (Schädel 83,9).

Die *Kapazität* dieses letztgenannten Schädels erreicht nach *Boule* ca. 1600 ccm und überschreitet damit die mittlere Kapazität des rezenten Mannes um ca. 150 ccm. Für Pithecanthropus nimmt man eine Kapazität von 855 ccm, für den Schädel von Neandertal eine solche von 1230 ccm an. *Boule* erhielt durch Berechnung aus der Länge, Breite und Höhe des Schädels für den Neandertaler eine Kapazität von 1408 ccm, für den Schädel von La Quina 1367 ccm, für den von Gibraltar dagegen nur 1296 ccm.

An den Gehirnausgüssen fallen zunächst die deutlichen Abdrücke von *Gefäßen* auf. Der Sinus longitudinalis superior ist weniger ausgebildet als sonst gewöhnlich beim rezenten Menschen; der Abdruck des Confluens sinuum hat die Form eines umgekehrten T, und die Sinus laterales sind deutlicher sichtbar, ebenso wie der sogenannte Sinus de Breschet, der auch beim Neandertaler gefunden wurde. Beim Homo von La Quina scheint der rechte Sinus lateralis, wie beim rezenten Menschen, etwas entwickelter zu sein als der linke. Die Arteria meningea media ist links markanter als rechts; es finden sich zudem noch Spuren ihrer Reste. Hier wie beim Neandertaler konnten in der Gegend des Gyrus frontalis ascendens und am Be-

[1]) *Boule, M.*, L'homme fossile de La Chapelle-aux-Saints, Extrait des Annales de Paléontologie. Paris, 1911—1913.

Anthony, R., L'encéphale de l'homme de La Quina. Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. VI. Ser., Tome IV, Fasc. 2, S. 117, 1913.

[2]) Höhe = Basion-Bregma-Höhe.

ginn des ersten Gyrus frontalis Pacchionische Granulationen, die nach *Bluntschli* (1909) kolbenartige Auswüchse der Arachnoidea und normale Bildungen sind, festgestellt werden. Sie sind in der ganzen Primatenreihe vorhanden, aber in den einzelnen Gruppen verschieden ausgebildet.

Betrachtet man die *Gehirnoberfläche* des Homo von Chapelle-aux-Saints als Ganzes, so fällt zunächst ihre große Einfachheit auf. Die Gyri sind massig und grob, weit mehr noch als diejenigen des Homo von La Quina. *Boule* konnte unter den rezenten menschlichen Gehirnausgüssen nur denjenigen eines Australiers der anthropologischen Sammlung des Jardin des Plantes und etwa noch den der Hottentottenvenus als annähernd ähnlich mit dem Fund von La Chapelle vergleichen. Näher steht dieses

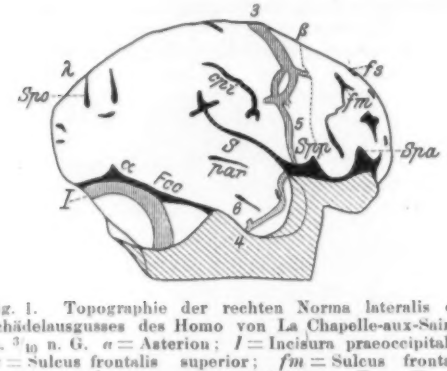


Fig. 1. Topographie der rechten Norma lateralis des Schädelausgusses des Homo von La Chapelle-aux-Saints. ca. $^3/_{10}$ n. G. α = Asterion; I = Incisura praeoccipitalis; fs = Sulcus frontalis superior; fm = Sulcus frontalis medialis; cpi = Gyrus parietalis inferior; Fcc = Fissura cerebro-cerebellaris; S = Fissura Sylvii, längs dieser: Incisurae parietales Brocae; Spa = Ramus anterior horizontalis; Spp = Ramus anterior ascendens; Spo = Fissura parieto-occipitalis; 3 = Sinus de Breschet; 4, 5, 6 = Art. meningea media; λ = Lambda; β = Bregma (n. *Boule* 1913. L'Homme fossile de la Chapelle-aux-Saints).

fossile Gehirn in verschiedenen Merkmalen denjenigen der großen Anthropoiden und menschlichen Mikrokephalen. So z. B. erscheint ähnlich wie bei den Anthropomorphen durch die geringere Frontallappenentwicklung bei beiden Ausgüssen die Öffnung der Sylvischen Spalte klaffend. Andererseits zeigt der Bau des Operculum fronto-parietale bei diesen fossilen Gehirnen menschliche Verhältnisse. Dieses Operculum existiert bei allen Primaten; die Opercula frontalia und orbitalia sind aber nur beim Homo entwickelt und charakterisieren ihn. Der einzige Ramus praesylvicus der Affen hat nichts gemein mit den beiden Rami (anterior horizontalis und anterior ascendens) der Fissura Sylvii des Menschen. Bei den Homines von La Chapelle und La Quina finden sich deutlich die beiden letztgenannten Rami (ebenso beim Neandertaler), durch die ja die eben genannten Opercula abgegrenzt werden; nur ist der Ramus anterior horizontalis des Homo von La Quina nicht wie beim rezenten Menschen horizontal, sondern deutlich vertikal, was einen primitiven Charakter darstellt und mit der Platycnkephalie zusammenzuhängen scheint. Dieser Ramus ist beim Homo von La Chapelle rechts 38 mm, links 35 mm vom vorderen Ast der Arteria meningea media entfernt, was für ein langgestrecktes Gehirn spricht. Der Ramus posterior Fissurae Sylvii soll bei Hylobates nicht, bei Gorilla schwach vorhanden sein und bei Schimpanse und Orang-utan klar zum Ausdruck kommen; er vertieft sich aber auch hier noch nicht bis zur Insula. Bei unseren beiden fossilen Gehirnen ist der Ramus posterior deutlich sichtbar. Das hintere Ende der Fissura Sylvii ist links und rechts am Ausguß deutlich. Berechnet man die Länge der Fissura Sylvii im Verhältnis zur Länge der sogenannten Krümmung der Hemisphären, so erhält man für den rezenten Menschen

Fig. 2. Topographie der Norma verticalis des Schädelausgusses des Homo von La Chapelle-aux-Saints. ca. $^3/_{10}$ n. G. Fih = Fissura interhemisphaerica; Spo = Fissura parieto-occipitalis; cfs = Gyrus frontalis superior; fm = Sulcus frontalis medialis; cpi = Gyrus parietalis inferior; cps = Gyrus parietalis superior; ..... = Sut. coronalis; ◀ = fehlender Teil der Gehirnoberfläche; β = Bregma; λ = Lambda; 3 = „Sinus de Breschet"; 5, 6 = Art. meningea media. (n. *Boule* 1913. L'Homme fossile de La Chapelle-aux-Saints).

einen mittleren Index von 26,1, für La Chapelle von 25,7, während man bei Schimpanse und Orangutan Indices von 30,2 und 35,0 findet. Der Homo von La Chapelle verhält sich also durchaus menschlich. Sein Sylvischer Winkel (n. *Cunningham*) nähert sich dagegen mehr dem Verhalten bei den Anthropoiden als beim Menschen.

Was nun die Fissura Rolandi betrifft, so hat *Boule* wegen der geringen und undeutlichen Spuren, die sie auf dem Ausguß hinterläßt, zwei Möglichkeiten ihrer Lage angenommen. Bei Dolichokephalen ist die Distanz Bregma—Fissura Rolandi größer als bei Brachykephalen; beim Homo von La Chapelle beträgt die Distanz je nach Annahme der Lage der Fissur entweder 47 oder 51 mm. Da nun der Schädelausguß mesokephal ist und sich sogar der unteren Grenze der Brachykephalie nähert, sowie aus anderen schwerwiegenderen Gründen, die die Funktionen betreffen, neigt *Boule* zur Annahme des Punktes, der dem Bregma zunächst liegt, als Ausgangspunkt der Fissura Rolandi. Die Länge der ganzen Fissur würde in diesem Falle 90 mm betragen, im anderen 80 mm; das Verhältnis der Länge zur sagittalen

Fronto-Occipital-Krümmung beträgt beim rezenten Menschen im Mittel 39,3, bei Homo von La Chapelle rechts 40,7, links 38,8. Der Chapelle-Mensch nimmt also in dieser Beziehung ebenso wie derjenige von La Quina eine Mittelstellung zwischen rezentem Menschen und Anthropomorphen ein.

Gehen wir zum Winkel über, den die Fissura Rolandi mit der Fissura interhemisphaerica bildet. Dieser beträgt nach *Cunningham* für den rezenten Menschen im Mittel 71,7° (nach *Hare*, der in situ gemessen hat, 67°); beim Homo von La Chapelle findet sich ein Winkel von 67°, bei Schimpanse und Orang-utan wurden Winkel von 68° gefunden. Nach *Horsley* soll dieser Winkel mit steigendem Längenbreiten-Index zu-, mit fallendem abnehmen.

Die Fissura parieto-occipitalis ist auf dem Ausguß wenig deutlich; sie verläuft ziemlich genau in der Richtung der Sutura lambdoidea. Sie stellt sich hier als eine rinnenförmige Depression dar, die die Trennungslinie zwischen dem Parietal- und Occipitallappen bildet. Der Winkel dieser Fissur mit der Fissura interhemisphaerica beträgt rechts 58° und links ungefähr 55°. Auf dem Schädelausguß des Neandertalers ist die Fissura parieto-occipitalis noch weniger deutlich als auf dem des Homo von La Chapelle. Eine Verwechslung dieser Spalte mit dem Sulcus lunatus (Affenspalte), der klar zutage tritt, ist zwar nicht möglich, aber ihr Verlauf kommt der Lage des Sulcus lunatus der Anthropoiden nahe. Die Affenspalte ist bei dem Ausguß von La Quina noch deutlicher sichtbar und gilt als primitives Merkmal.

Um nun ein exaktes Bild der einzelnen *Hirnlappen* zu geben, hat *Boule* einen Index berechnet, der jeweils die Oberfläche des betreffenden Lobus zur ganzen Hirnoberfläche in Beziehung bringt; der Index frontalis wird demnach berechnet:

$$\frac{\text{Frontallappenfläche} \times 100}{\text{ganze Hirnoberfläche}}.$$

Es ist interessant aus diesem Index zu sehen, daß die Menschen von La Chapelle und La Quina (35,7) eine Mittelstellung einnehmen zwischen dem rezenten Menschen (Australier 41—43, Süddeutscher 45,4) und den Anthropoiden (Hylobates 31, Gorilla 32,8, Schimpanse 32,2). Bei anderer Auffassung der Lage der Fissura Rolandi nimmt der Index frontalis des Homo von La Chapelle noch zu und steigt im Mittel (aus den beiden Hemisphären berechnet) auf 38,3. Im Gegensatz zum Frontallappen ist der Occipitallappen bei den Anthropoiden etwas stärker entwickelt als beim Menschen (Gorilla 11,3, Süddeutscher 8,7). Hier zeigen die fossilen Gehirne einen sehr primitiven Charakter, denn der Occipital-Index des Homo von La Chapelle beträgt 12,05, und derjenige des Homo von La Quina sogar 13,10. Die Parietotemporal-Region ist bei den Anthropoiden relativ entwickelter als beim Menschen; bei ersteren finden sich Indices von 55,8—58,5, bei letzterem von 45,9—50,1 (Australier). Der Homo von La Chapelle besitzt einen Index von 52,2, derjenige von La Quina von 51,2; beide übertreffen also hierin den rezenten Menschen und nehmen abermals eine Mittelstellung zwischen diesem und den Anthropoiden ein.

Bei diesen Indices der Hirnflächen springt nun deutlich heraus, daß bei Homo von La Chapelle und von La Quina, wenn auch nicht in dem Grade wie bei den Anthropoiden, die motorischen Rindenfelder (Teile der Parietotemporal- und Occipital-Region) einen größeren Raum einnehmen als die sensorischen.

Gehen wir zu den *Gyri* der einzelnen Regionen über, so findet man, daß die Frontalwindungen des Gehirns von La Chapelle deutlich unterscheidbar sind. Die obere zeigt dieselben Merkmale wie beim Neandertaler, die zweite weist bei diesem deutlichere und zahlreichere Spuren auf als beim Chapellemenschen, die dritte wiederum gleicht besonders im vordersten Abschnitt bedeutend derjenigen des Homo Neandertalensis. Auch am Temporallappen lassen sich deutlich die drei Windungen unterscheiden, die ihn bilden; die erste erscheint gerade verlaufend, einfach und massig, wie es bei den Anthropoiden und selbst auch beim Menschen vorkommt; die zweite und dritte dagegen sind gewunden und haben viele Seitenfurchen, ohne daß man Einzelheiten unterscheiden kann. Die Windungen des Parietallappens sind ebenfalls sichtbar und zeigen wieder dem Neandertaler ähnliche Verhältnisse. Die Occipitalwindungen sind beim Neandertaler viel klarer als beim Homo von La Chapelle. Im ganzen scheinen sich aber beide in dieser Hinsicht den Anthropoiden zu nähern.

Es sind hier noch zwei Besonderheiten zu erwähnen, die für den Hirnausguß des Homo von La Chapelle charakteristisch sind und ihn den Anthropoiden näher bringen als dem rezenten Menschen. Die eine betrifft die Verjüngung der vorderen medialen Partie der beiden Hemisphären, die durch das starke Hervortreten der oberen Orbitalränder und das schwach entwickelte Frontalhirn zustande kommt. Man findet diesen *Hirnschnabel*, von den Franzosen „bec encéphalique" genannt, deutlich bei Hylobates, etwas weniger bei den großen Anthropoiden, aber ebenfalls bei menschlichen Mikrokephalen; beim normalen Menschen kann wegen der Größe seines Frontalhirns dieser Hirnschnabel nicht zur Entfaltung kommen. Der Homo von La Chapelle nimmt auch in diesem Punkt eine Mittelstellung zwischen Mensch und Affe ein.

Die zweite Besonderheit, die sich ebenfalls, aber weniger auffallend beim Homo von La Quina herausstellte, ist das *starke Überhängen des Lobus occipitalis*, das in dieser Ausbildung weder beim rezenten Menschen, noch bei allen übrigen Primaten zu finden ist. Ähnliches kennt man nur bei Hapale. Bei Lemuren liegt das Kleinhirn in der Verlängerung des Großhirns; bei den Primaten bedeckt das Großhirn das Kleinhirn, in welcher Weise, dafür gibt *Boule* einen Index des Überhängens des Occipitallappens, wonach sich bei den Anthropoiden Indices von 0—7,1, bei dem rezenten Menschen von 3,5—11,1 und bei dem Homo von La Chapelle von 13,3 finden. Ein Hirn, das sich, wie das des modernen Menschen, mehr in Höhe und Breite entwickelt, kann occipitalwärts nicht so stark überhängen. Nach *E. Smith* ist eine

starke Entwicklung der Occipitalregion ein Zeichen von Inferiorität.

Was das *Kleinhirn* betrifft, so ist dessen vordere Region beim Homo von La Chapelle stark in die Breite entwickelt, beim rezenten Menschen dagegen reduziert. Sie ist hier noch vorspringender als bei den Affen. Dieses seitliche Vorspringen scheint in gewissem Grad die stärkere Abplattung der posterioren Partien der Parietallappen zu kompensieren. Eine weitere anthropoide Eigenschaft besteht beim Ausguß von La Chapelle in dem Spalt zwischen den beiden Kleinhirnlappen, wodurch der *Wurm*, wie dies bei den Affen der Fall ist, sichtbar wird. *Vogt* hat diese Bildung auch bei Mikrokephalen beobachtet.

Nun sei schließlich noch das *verlängerte Mark* erwähnt. Dieses scheint eine schrägere Richtung beim Homo von La Chapelle gehabt zu haben, als wir es beim modernen Menschen finden, aber immerhin ist es weniger schräg gestellt als dasjenige der Anthropoiden.

Was endlich die *Funktion* dieses Gehirns anlangt, so kann aus dem durch den Hirnausguß Gegebenen auf eine sehr rudimentäre Intelligenz geschlossen werden; dasselbe gilt für die Psyche dieses Individuums, wie überhaupt der ganzen Neandertalgruppe; wenn sie auch noch höher sein mag als diejenige der rezenten Anthropoiden, so steht sie doch noch bedeutend tiefer als bei den modernen Menschen. Nach *Boule* hat der Homo von La Chapelle eine rudimentäre Sprache besessen. Das glaubt er aus der von ihm angenommenen, doch nicht sicher feststehenden Lage der Fissura Rolandi entnehmen zu dürfen. Ferner schließt er aus der Gehirnasymmetrie auf Rechtshändigkeit des Individuums. Die Asymmetrie des La Quina-Ausgusses ist weniger ausgesprochen.

Aus der ganzen Untersuchung dieser fossilen Gehirne geht deutlich ihre Stellung in der Primatenreihe hervor, und man darf als menschliche Merkmale des Homo von La Chapelle-aux-Saints hervorheben: sein absolutes Gehirnvolumen, der Besitz eines Ramus anterior horizontalis, eines Ramus anterior ascendens Fissurae Sylvii und eines dem unsrigen ähnlichen Opercularsystems. Das gleiche fand *Anthony* in bezug auf den Homo von La Quina.

Die Affenmerkmale des Homo von La Chapelle-aux-Saints und solche, die ihn zwischen Mensch und Affe stellen, sind: allgemeine Form und Einfachheit der Gehirnwindungen, Lage und Richtung der Fissurae Sylvii und Rolandi, Länge der Fissura parieto-occipitalis, Reduktion der Frontallappen, besonders des vorderen Teiles mit dem Hirnschnabel, primitiver Charakter der dritten Frontalwindung, Anwesenheit einer Affenspalte, Klaffen der Kleinhirnlappen, Exposition des Wurms und Richtung des verlängerten Marks. Für den Homo von La Quina gilt nach *Anthony* fast das gleiche, nur ist der Gehirnschädelraum bedeutend kleiner als derjenige von La Chapelle, die Großhirnwindungen weniger grob, die Platyenkephalie geringer, die transversale Hirnausdehnung etwas schwächer, sodaß das Gehirn mehr in die Länge gestreckt und flacher erscheint.

Alles in allem sind die fossilen Individuen von La Chapelle und La Quina schon menschliche Wesen in Anbetracht des großen Volumens ihres Gehirns. Aber dieser Masse fehlt noch die höhere Organisation, die den rezenten Menschen charakterisiert.

Anhangsweise sei hier noch der Fund von *Piltown* erwähnt, über welchen jetzt eine ausführliche Publikation vorliegt[1]). Auch von diesem fossilen Menschen ist der Schädelausguß untersucht worden, und es stellte sich eine große Ähnlichkeit zwischen ihm und denjenigen von Gibraltar und La Quina heraus. Er ist ebenso lang, schmal und flach wie diese, aber noch kleiner, und hat ein noch primitiveres Aussehen, als irgendein bis jetzt bekanntes menschliches Gehirn. Die größte Länge der linken Hemisphäre, die etwas länger ist als die rechte, beträgt nur 163 mm, und die größte Breite des Ausgusses 130 mm. Diese relative Kleinheit der Maße läßt auf ein weibliches Individuum schließen.

Auffallend ist auch die noch abgeflachtere und geringere Frontal- und Parietalregion des Piltownausgusses gegenüber den andern fossilen Menschen. Auch in bezug auf die Sulci besteht bei ersterem eine sehr primitive Anordnung. Besonders tief ist ferner die Furche zwischen dem hinteren Pol der Temporalregion und dem Kleinhirn, die mit der starken Verschmälerung der Temporalregion zusammenhängt. Soweit man nach der Zeichnung urteilen darf, scheint der Anfangsteil der Fossa Sylvii noch klaffender zu sein als beim Homo von La Chapelle und La Quina.

Auf Grund seiner gesamten Untersuchung kommt *Elliot Smith* zum Schluß, daß das Gehirn des Piltownmenschen als das primitivste und affenähnlichste zu betrachten ist, das bis jetzt gefunden wurde.

Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichts in Deutschland.

Von Ernst Feige, Gießen.

Die Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichts hat in Deutschland nicht gleichen Schritt gehalten mit der praktischen Entwicklung im allgemeinen, obwohl die Landwirtschaft, ökonomisch betrachtet, eine der wichtigsten Grundlagen unseres gesamten Staatsbetriebes bildet.

Das Studium der Landwirtschaft verläuft ähnlich demjenigen der Medizin oder der Technik insofern, als es eine Zweiteilung in ein Studium der Grundwissenschaften und der Fachdisziplin erfahren muß. Dem entsprechen in den deutschen Staaten auch die diesbezüglichen Studienvorschriften, jedoch scheint die Unterrichtsverwaltung vor den gleichen Konsequenzen, wie sie für die anderen beiden Studienfächer gezogen sind, zurückzuschrecken. Während viele Hochschullehrer einer weitgehenden Spezialisierung und Heraufsetzung der pflichtmäßigen Studiendauer das Wort reden, sind die

[1]) *Dawson, C.*, and *Smith Woodward, A.*, On the Discovery of a Palaeolithic Human Skull and Mandible in a Flint-bearing Gravel overlying the Wealden (Hastings Beds) at Piltown, Fletching (Sussex). With an Appendix by *G. Elliot Smith*, Preliminary Report on the Cranial Cast. Quarterly Journal of the Geological Society, 1913, vol. LXIX, pag. 117 and 145.

amtlichen Prüfungsvorschriften von einer geradezu ängstlichen Bescheidenheit erfüllt.

Wie bereits hervorgehoben wurde, zerfällt das Studium der Landwirtschaft in das der Grund- und Fachwissenschaften; als Ziel ist am Schlusse der Studienzeit von den Staatsprüfungen das Diplom-(Zwischen-) und das eigentliche Staatsexamen (Landwirtschaftslehrer- oder Tierzuchtinspektorexamen) ins Auge zu fassen.

Das sogen. Diplomexamen soll dem Wunsche der Praxis entgegenkommen, bei möglichst kurzer Studiendauer einen gewissen Abschluß auf Grund eines Examens zu bieten. Als Mindestmaß der Studienzeit sind hierbei in Preußen und Hessen 4 Semester vorgesehen, Württemberg und Bayern beginnen mit dem gänzlichen Abbau dieses Diploms, während Baden über keine landwirtschaftliche Hochschullehrstätte verfügt. Nach den amtlichen preußischen Prüfungsvorschriften[1]) sind Prüfungsfächer für das Diplomexamen:

1. Ackerbaulehre, 2. Tierzuchtlehre, 3. Betriebslehre, 4. Chemie, 5. Physik, 6. Botanik und Pflanzenphysiologie, 7. Zoologie und Tierphysiologie, 8. Mineralogie und Geologie, 9. Volkswirtschaftslehre.

Für die Landwirtschaftslehrerprüfung kommt 10. Landwirtschaftsrecht hinzu. Als Grundlagen für Erreichung der erforderlichen Kenntnisse schlagen die betreffenden landwirtsch. Institute folgenden — nicht obligatorischen — Studienplan für 4 Semester vor[2]):

1. Experimentalphysik	(2 Vorlesungen)
2. Experimentalchemie	desgl.
3. Mineralogie	desgl.
4. Geologie	desgl.
5. Botanik, allgem.	desgl.
6. Pflanzengeographie; Angiospermen	desgl.
7. Zoologie u. vergl. Anatomie	desgl.
8. Nationalökonomie	(3 Vorlesungen)
9. Betriebslehre	(2 Vorlesungen)
10. Tierzucht	desgl.
11. Acker- und Pflanzenbaulehre	(ca. 4—5 Vorlesung.)
12. Agrikulturchemie	(2 Vorlesungen)
13. Gärungsgewerbe	(2—3 Vorlesungen)
14. Anatomie und Physiologie der Haustiere.	

Hierzu treten noch die unumgänglichen praktischen und seminaristischen Übungen.

Es bricht sich immer mehr die Überzeugung Bahn, daß das in der angegebenen Prüfungsordnung vorgesteckte Ziel in einem viersemestrigen Turnus nicht zu erreichen ist, ebensowenig wie im Durchschnitt das philologische Staatsexamen nach sechs Semestern erreicht wird oder in der Medizin eine vollkommene Ausbildung in einer so kurzen Zeit erfolgen kann. Folgerichtig hat Württemberg für die Erlangung seines „Hohenheimer Diploms" eine Studienzeit von mindestens sechs Semestern eingeführt und das alte Diplom nach vier Semestern durch einfache Semestralprüfungen in den einzelnen Fächern ersetzt, deren Ergebnis dann in ein Abgangszeugnis aufgenommen werden kann. Staatsseitig wird durch das landwirtschaftliche Studium der Zweck verfolgt, Landwirtschaftslehrer für die mittleren und niederen Lehranstalten (Landwirtschafts- und Winterschulen) heranzubilden sowie wissenschaftliche Beamte zur Förderung einzelner Zweige der Landwirtschaft (Tierzucht- bzw. Saatzuchtinspektoren bei den Landwirtschaftskammern und im Kolonialdienst). Da die gegenwärtige Organisation des landwirtschaftlichen Hochschulwesens angesichts der engumgrenzten Prüfungsvorschriften nicht von vornherein eine derartige Spezialisierung zuläßt, wie dies z. B. bei der Ausbildung der Ingenieure möglich ist, kommt es darauf an, hauptsächlich die wichtigsten Grundlagen zu vermitteln und mit deren Hilfe ein wirkliches Können zu erreichen, das dann individuell eine fruchtbare Spezialarbeit ermöglicht, sei es in der Praxis als Betriebsleiter oder auf einem der vielen landwirtschaftlichen Sonderzweige. Selbstverständlich gibt die seit längerer oder kürzerer Zeit erfolgte Zulassung der Landwirtschaft als Dissertationsgegenstand die Möglichkeit, ein besonderes Lieblingsthema zu bearbeiten, doch ist hier die Wahl oft durch den Mangel an geeigneten Referenten eingeengt, da die Landwirtschaftslehre an den Universitäten — wo sie überhaupt vertreten ist — oft sehr summarisch behandelt werden muß.

Von den Universitäten des Deutschen Reiches besitzen zurzeit Einrichtungen für das landwirtschaftliche Studium nur Breslau, Königsberg, Kiel, Leipzig, Göttingen, Halle, Gießen, Bonn und Rostock; außerdem ist der Technischen Hochschule in München eine landwirtschaftliche Abteilung angegliedert, ferner bestehen besondere landwirtschaftliche Hochschulen in Hohenheim bei Stuttgart, Weihenstephan und Berlin. Es ist dies auch in wissenschaftlicher Hinsicht bedauerlich, da die akademischen Lehrstätten bei uns sehr zur Förderung wissenschaftlicher Errungenschaften beitragen und insbesondere für unser Spezialgebiet die genaueste Erforschung der einzelnen Gegenden von weitgehendster Bedeutung ist. Die Universität bildet wohl auch für die Landwirtschaft die idealste Bildungsstätte, da auf ihr auch die Grundwissenschaften mit der wünschenswerten Vertiefung betrieben werden müssen; die landwirtschaftlichen Hochschulen vermögen angesichts ihrer reichlicheren Fachausstattung vielleicht den Spezialgebieten ein erhöhtes Interesse zuzuwenden, jedoch läuft die Gefahr der Vernachlässigung der Grundwissenschaften und allgemeinen Ausbildung leichter unter, ein Punkt, wegen dessen die Absonderung der technischen Hochschulen auch schon öfters kritisiert wurde.

Das landwirtschaftliche Hochschulstudium in seiner heutigen Form ist durch den unvergeßbaren *Julius Kühn* in Halle begründet worden. Er führte eine der neuzeitlichen Entwicklung der Landwirtschaftswissenschaft entsprechende Teilung der Lehrfächer ein, vernachlässigte allerdings seinem Standpunkt gemäß die Wirtschaftslehre. In den achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts wurde dann die gegenwärtig größte landwirtschaftliche Hochschule in Berlin teilweise durch Übernahme der aufgelösten Akademie Proskau gegründet, später wurden auch die Lehreinrichtungen in Breslau, Göttingen usw. erweitert. Gegenwärtig ist die Organisation im allgemeinen derart, daß besondere Lehrkräfte (Ordinarien, Extraordinarien oder Lektoren) für die drei Hauptfächer: Acker- und Pflanzenbau, Tierzucht und Agrikulturchemie (Tierphysiologie, Pflanzenernährung) vorhanden sind, während die anderen Zweigdisziplinen an den verschiedenen Hochschulen verschieden behandelt werden.

Die Wirtschaftslehre wird außer an den Hochschulen in Berlin und Hohenheim gesondert vertreten, z. B. in Breslau, Bonn, München und in Halle (durch einen Privatdozenten), während ihre Behandlung an den anderen Orten mit einem der Lehrstühle für Produktionswissenschaft verbunden ist. Besser ausgestattet ist in dieser Hinsicht die Veterinärwissenschaft, die allenthalben durch besondere Fachgelehrte vertreten ist. Auch die übrigen Hilfszweige: Maschinenkunde, Kulturtechnik, Gärungsgewerbe, Phytopathologie erfahren nicht überall eine ausreichende Vertretung. Am besten ausgestattet sind die Einrichtungen in Halle und Berlin,

[1]) Erlaß des Landwirtschaftsministers vom 20. III. 1909.

[2]) Programm für das Studium der Landwirtschaft in Breslau, hrsgg. von Prof. *K. von Rümker*. 5. Aufl., Breslau 1911.

was auch in der hohen Frequenz dieser Lehrstätten zum Ausdruck kommt (400 bzw. 800 Studierende durchschnittlich), auch Leipzig erreicht eine nicht bedeutend hinter Halle zurückbleibende Frequenz, während die Besuchszahl der anderen Institute zwischen 100—200 schwankt (ausgenommen Gießen mit etwa 60 Studierenden der Landwirtschaft mit einem kleinen Lehrkörper: 1 Ordinarius und zwei Privatdozenten).

Im großen und ganzen bestehen an den Universitäten in Preußen die landwirtschaftlichen Institute aus Einzelabteilungen unter Leitung eines Institutsdirektors (so in Göttingen, Halle, Königsberg usw.), nur in Breslau besteht eine den medizinischen Instituten angepaßte Organisation, indem dort die einzelnen Abteilungen zu selbständigen Instituten umgeformt sind, womit man auch sehr gute Erfahrungen gemacht hat. Es sei hier die durch *K. v. Rümker* begründete Einteilung der einzelnen Institute mitgeteilt:

1. Institut für Wirtschaftslehre des Landbaus (Direktor Prof. Dr. *Aereboe*),
2. Institut für landwirtschaftliche Pflanzenproduktionslehre (Direktor Prof. Dr. *Berkner*),
3. Institut für landwirtschaftliche Tierproduktionslehre (Direktor Prof. Dr. *Holdefleiß*),
4. Agrikulturchemisches und bakteriologisches Institut (Direktor Prof. Dr. *Th. Pfeiffer*),
5. Landwirtschaftlich-technologisches Institut (Direktor Prof. Dr. *F. Ehrlich*),
6. Kulturtechnischer Apparat (Direktor Prof. Dr. *Lüdecke*),
7. Veterinärinstitut (Direktor Prof. Dr. *Casper*).

Es ist dieses Schema ausführlich mitgeteilt worden, weil es zugleich eine Übersicht des in Frage kommenden rein landwirtschaftlichen Lehrganges geben kann. Diese Einteilung kann vorbildlich genannt werden, jedoch genügt die Besetzung mit den erforderlichen Lehrkräften noch nirgends den zu machenden Ansprüchen. Es ist bisher wenigstens so viel erreicht worden, daß an fast allen mit landwirtschaftlichen Instituten versehenen Hochschulen eine diesem Schema mindestens nahe kommende Teilung der Lehrfächer durchgeführt worden ist, jedoch sind selbst die Einzeldisziplinen noch eines zu großen Ausbaues fähig, als daß sie von je einer einzelnen Lehrkraft gründlich übersehen werden können. So hat sich neuerdings nach langem Drängen die preußische Unterrichtsverwaltung (bzw. das Landwirtschaftsministerium) entschlossen, einen besonderen Lehrstuhl für Pflanzenzüchtung einzurichten. Doch damit allein ist nicht geholfen; nach der gegenwärtigen Übung sind die Gebiete der Tierphysiologie und Pflanzenernährung, ja manchmal sogar noch der landwirtschaftlichen Technologie als „Agrikulturchemie" wegen der rein äußerlichen Übereinstimmung vereinigt, wozu sich auch oft noch die Bodenkunde gesellt. Welchem Zweig damit am meisten geholfen sein soll, ist nicht ganz klar.

Auch besondere Lehrstühle für Vererbungslehre, natürlich mit den notwendigen Forschungsmitteln ausgestattet, wären von großer Wichtigkeit; leider fehlt in Deutschland die private Initiative, die in den Vereinigten Staaten schon so Hervorragendes geleistet hat. Daß ein Bedürfnis für gut eingerichtete landwirtschaftliche Hochschullehrstätten vorhanden ist, beweisen die wenigen oben angegebenen Frequenzziffern; hoffentlich werden die vorhandenen Lehrstätten auch weiterhin dem Ausbau der Wissenschaft entsprechend ausgestattet und auch die Universitäten ohne landwirtschaftliche Institute nach und nach mit solchen versehen.

Über die Koagulationsgeschwindigkeit kolloidaler Lösungen.

Die Tatsache, daß viele kolloidale Lösungen durch Elektrolyte gefällt werden, ist bereits seit langem bekannt, und ebenso ist schon seit langem bekannt, daß diese Fällung nicht wie die Ionenreaktionen ein fast momentan verlaufender Vorgang ist, sondern ein Vorgang, dessen Geschwindigkeit eine bequem meßbare Größe bildet. Trotzdem scheinen Messungen der Koagulationsgeschwindigkeit erst in allerneuester Zeit ausgeführt worden zu sein. So maß *Mecklenburg* die Geschwindigkeit der Koagulation kolloidaler Zinnsäurelösungen durch Natriumsulfat, indem er zu gleichen Mengen der Zinnsäurelösung verschiedene Mengen von Natriumsulfatlösung setzte und die Zeit bestimmte, innerhalb deren die sich infolge des Elektrolytzusatzes trübende Lösung einen bestimmten Trübungsgrad erreichte. Ein typisches Bild der Erscheinung gibt die Abbildung 1 (S. 961). Setzt man zu einer Zinnsäurelösung sehr kleine Mengen einer Natriumsulfatlösung, so tritt überhaupt keine Koagulation ein, die Zinnsäurelösung koaguliert vielmehr erst dann, wenn die Konzentration des Elektrolyten einen bestimmten Minimalwert erreicht hat, dessen Größe durch den Schnittpunkt der Abszisse mit der auf ihr senkrecht stehenden Geraden gegeben ist, der sich die eigentliche Fällungskurve asymptotisch nähert. Mit Überschreitung dieses Minimalwertes, des von *Guido Bodländer* bei der Untersuchung der Fällung von Tonsuspensionen durch Elektrolyte entdeckten *„Schwellenwertes"*, wächst die Koagulationsgeschwindigkeit rasch von Null bis zu großen Werten an, um dann allmählich langsamer und langsamer zuzunehmen, wie es die Kurve zeigt. Verringerung der Kolloidkonzentration bewirkt Verlangsamung der Koagulation.

Wesentlich tiefer als *Mecklenburg*, für den die Messung der Koagulationsgeschwindigkeit nur ein Hilfsmittel zur Klarlegung anderer Erscheinungen war, drang *H. H. Paine*, dessen Untersuchung der Koagulationsgeschwindigkeit Selbstzweck war, in das Problem ein. Als Versuchsmaterial diente *Paine* eine Lösung von kolloidalem Kupferoxyd, das durch elektrische Zerstäubung von Kupfer unter Wasser nach der bekannten Methode von *Bredig* und spontane Oxydation der zunächst entstandenen kolloidalen Lösung von elementarem Kupfer zu Kupferoxyd gewonnen war. Die Koagulation der Kupferoxydsole geschah durch Zusatz von Natriumchlorid- oder meist von Natriumsulfatlösung. Die durch den Elektrolytzusatz koagulierten Kupferoxydteilchen konnten durch Umrühren der Flüssigkeit oder durch rasche Erhitzung bis fast zum Sieden zu schnellem Absetzen veranlaßt werden, so daß die über dem Bodensatz stehende klare Lösung abpipettiert und ihr Gehalt an noch nicht koaguliertem Kupferoxyd analytisch bestimmt werden konnte. Da die Koagulation im allgemeinen sehr lange dauerte, das Absetzen des bereits Koagulierten aber durch die angegebenen Methoden rasch bewirkt werden konnte und das Umrühren oder die Erhitzung nach den Angaben des Verfassers die Koagulationsgeschwindigkeit nicht wesentlich beeinflußte, so konnte, indem von einer im Stadium der Koagulation befindlichen Vorratslösung in angemessenen Zeitabständen Proben entnommen und zum Absetzen veranlaßt wurden, der Gang der Koagulation in derselben Lösung leicht verfolgt werden.

Die Versuche ergaben nun, daß die Koagulation nicht sogleich nach Zusatz des Elektrolyten zu der kolloidalen Lösung beginnt, sondern daß der eigentlichen Koagulation, wie auch aus dem einer näheren Erklärung nicht bedürftigen Diagramm (Abb. 2) hervor-

geht, eine „Inkubationsperiode *AB* vorausgeht, nach der die Koagulation zuerst rasch einsetzt und dann in allmählich verlangsamtem Tempo verläuft: *BC*.

Nachdem *Paine* in der skizzierten Weise den allgemeinen Gang der Koagulation festgestellt hatte, untersuchte er erstens den Einfluß, den bei der Koagulation derselben Kupferoxydlösung die Konzentration des zugesetzten Elektrolyten, und zweitens den Einfluß, den unter sonst gleichen Bedingungen die Anfangs-Konzentration des Kupferoxyds auf den Vorgang ausübt. Selbstverständlich wurde für die verschiedenen Versuchsreihen immer dieselbe Kupferoxydstammlösung benutzt, da ja die mit verschiedenen kolloidalen Lösungen erhaltenen Resultate in der Regel nicht miteinander vergleichbar sind.

Wurde nur die Konzentration des Elektrolyten verändert, alle anderen Bedingungen aber konstant gehalten, so erwiesen sich die entstehenden Koagulationskurven als ähnlich oder affin, d. h. für zwei beliebig herausgegriffene Kurven war das Verhältnis der zu derselben

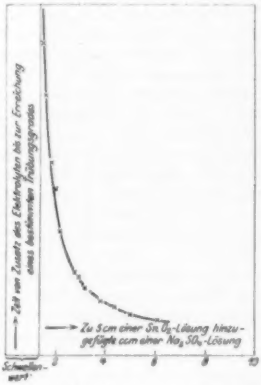


Fig. 1. Koagulation von Zinnsäure durch Na_2SO_4 nach *Mecklenburg*.

wenn c die Konzentration des Elektrolyten[1]) in der Lösung und k und p Konstanten sind[2]).

Die Versuche mit wechselnder Anfangskonzentration des Kolloids führten zu der Erkenntnis der einfachen Gesetzmäßigkeit, daß die Koagulationsgeschwindigkeit v dem Quadrat der Konzentration m des Kolloids zur Zeit t proportional ist:

$$v = -\frac{dm}{dt} = k' \cdot m^2,$$

eine Gesetzmäßigkeit, die nur ein Ausdruck des Massenwirkungsgesetzes ist und daher bei reversibelen Kolloiden, also dann, wenn sich zwischen Koagulation und Peptisation ein Gleichgewicht einzustellen strebt, nicht gelten kann.

Schließlich ist die Koagulationsgeschwindigkeit kolloidaler Lösungen vor kurzem auch im Freundlichschen Laboratorium von *N. Ishizaka* gemessen worden. Als Versuchsmaterial dienten hier kolloidale Lösungen von Aluminiumoxydhydrat, deren durch verschiedene Elektrolyte bewirkte Koagulation durch von Zeit zu Zeit vorgenommene Messung der mit dem Fortschreiten der Koagulation regelmäßig zunehmenden Zähigkeit der Flüssigkeiten verfolgt werden konnte. Die Versuchsergebnisse *Ishizakas* können als eine Bestätigung der Paineschen Versuche angesehen werden, denn auch *Ishizaka* hat die der eigentlichen Koagulation vorhergehende Inkubationszeit, die nach ihm „stark und regelmäßig von der Konzentration des Elektrolyten ab-

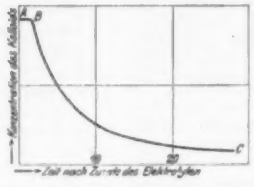


Fig. 2. Koagulation eines wässerigen Kupferoxydsols durch Elektrolyte nach *H. H. Paine*.

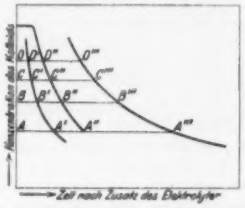


Fig. 3. Koagulation eines wässerigen Kupferoxydsols durch Elektrolyte bei verschiedener Konzentration des Elektrolyten nach *Paine*.

Ordinate gehörigen Abszissen konstant. In der Abbildung 3, die diese Gesetzmäßigkeit graphisch wiedergibt — die Einzelkurven entsprechen natürlich einer um so höheren Elektrolytkonzentration, je kleiner bei derselben Ordinate ihre Abszisse ist —, verhält sich also

$$AA' : AA'' = BB' : BB'' = CC' : CC'' = DD' : DD'' = \ldots$$

und

$$AA' : AA''' = BB' : BB''' = CC' : CC''' = DD' : DD'' = \ldots$$

Wählt man daher eine beliebige Kurve zur „Einheitskurve", so braucht man für eine beliebige andere Kurve nur ihre „Konstante", d. h. die Zahl anzugeben, mit der man die Abszissen der Einheitskurve multiplizieren muß, um die zu derselben Ordinate gehörige Abszisse der zweiten Kurve zu erhalten. Der Einfluß der Elektrolytkonzentration auf die Koagulationsgeschwindigkeit hat also sein exaktes — relatives — Maß in den einzelnen Kurvenkonstanten.

Auch durch eine mathematische Formel konnte *Paine* seine Versuche wiedergeben. Ist m die Konzentration des Kolloids zur Zeit t, so ist die Koagulationsgeschwindigkeit

$$v = -\frac{dm}{dt} k \cdot c^p,$$

hängt", beobachtet, und auch bei ihm sind die Koagulationskurven, die mit derselben Kolloidlösung unter den gleichen Versuchsbedingungen, aber bei wechselnden Konzentrationen des fällenden Elektrolyten erhalten worden sind, einander ähnlich.

Literaturnachweise: Werner Mecklenburg, Zeitschr. f. anorg. Chem., *74*, 207, 1912; *H. H. Paine*, Proc. Cambridge Philosoph. Soc., vol. *16*, part. 5, pag. 430, 1912; Kolloidchem. Beihefte, *4*, 24, 1912; *N. Ishizaka*, Zeitschr. f. physik. Chem. *83*, 97, 1913. μ.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen.

Zu der Arbeit, die *R. E. Fuchs* in Nr. 38 und 39 dieser Zeitschrift veröffentlicht hat, möchte ich mir einige Bemerkungen erlauben.

[1]) Die Größe c bedeutet hier die wirkliche Konzentration des Elektrolyten in der Lösung, d. h. die Gesamtmenge minus der von dem Kolloid adsorbierten Menge.

[2]) Über den weiter oben definierten „Schwellenwert", bei dessen Unterschreitung der Elektrolyt überhaupt nicht koagulierend wirken soll, gibt die Gleichung nichts an.

Was die Kritik anlangt, die *Fuchs* an der alten Theorie der Schutzfärbung übt, so kann diese wohl der vollen Zustimmung aller derer gewiß sein, die auf Grund der Untersuchungen von *C. v. Heß* zu der Überzeugung gekommen sind, daß allen Wirbellosen und unter den Wirbeltieren den Fischen die Fähigkeit fehlt, getonte Farben zu rezipieren. In bezug auf den positiven Teil der Arbeit werden aber einige Bedenken nicht ganz zu unterdrücken sein. *Fuchs* legt Wert darauf, daß einerseits nur poikilotherme Tiere im Besitz der typischen Organe des Farbenwechsels sind, und daß andererseits unter den Arthropoden nur die im Wasser lebenden Crustaceen, nicht dagegen die luftlebenden Insekten Farbenwechsel zeigen. Hieraus leitet er die Vermutung ab, das Farbenspiel habe etwas mit der Wärmeregulation zu tun und entfalte besonders dort seine Leistungen, wo die Möglichkeit eines anderen Mechanismus der Entwärmung, wie ihn die Lufttiere in der Wasserverdunstung haben, ausgeschlossen sei, was für alle Wassertiere der Fall ist.

Bei expandierten Chromatophoren sind die Tiere dunkel bis schwarz, während sie bei Retraktion des Pigmentes hell erscheinen. Dementsprechend muß sich auch das Wärmeabsorptions- und Strahlungsvermögen der Tiere ändern, indem die dunklen Tiere weniger Wärme ausstrahlen und mehr absorbieren als die hellen. Diese physikalische Grundlage der Fuchsschen Theorie ist unbestreitbar; das Wesentliche scheint mir aber die Frage, ob es bei den Wassertieren mit Farbenwechsel jemals zu einer derartigen Überwärmung kommt, und die weitere Frage, ob die Veränderungen im Strahlungsgleichgewicht, die ja sicher durch die Veränderungen der Färbung bewirkt werden, quantitativ irgendeine Rolle gegenüber den Prozessen der Wärmeleitung und Konvektion spielen können, durch die die Temperatur der Wassertiere fast ausschließlich beherrscht wird.

Was die Frage nach den Abweichungen der Temperatur der Wassertiere von der Temperatur des Wassers anlangt, so haben die vorliegenden Beobachtungen stets nur minimale Differenzen ergeben, was in Anbetracht des Wärmeleitungsvermögens des Wassers, das 28mal so groß ist, als das der Luft, nicht wundernehmen kann. Nur bei besonders großen und vor allem besonders lebhaften Fischen, wie z. B. dem Thunfisch, kommen erhebliche Übertemperaturen vor, wenn sie sich heftig bewegen. Wie rasch poikilotherme Tiere die Temperatur des sie umgebenden Wassers annehmen, zeigen die Untersuchungen von *Soetbeer*[1]). Der Tatsache gegenüber, daß bei Wassertieren eine Überwärmung ebensowenig wie eine Unterkühlung in irgendwie merkbarer Weise vorkommt, hat die Annahme besonderer Organe der physikalischen Wärmeregulation bei ihnen wohl kaum irgendwelche Wahrscheinlichkeit.

Anders liegen die Dinge für die in der Luft lebenden Reptilien, soweit ihnen die Fähigkeit der Entwärmung durch Wasserverdunstung fehlt. In bezug auf den Wärmehaushalt der Reptilien scheint dem Verfasser eine wichtige Arbeit entgangen zu sein, in der die Bedeutung des Farbenwechsels für ein Reptil *(Uromastix)* von *Krehl* und *Soetbeer*[2]) durch Versuche festgestellt ist. Die Wüsteneidechse: *Uromastix* erwärmt sich in der Sonne stark über die Lufttemperatur, *Krehl* und *Soetbeer* sagen (l. c. S. 623): „Während der Erwärmung färben sich die vorher grauweißen Tiere dunkel, fast schwarz, sie befördern dadurch ihre eigene Wärmeabsorption in hohem Grade. Wächst nun die Temperatur über 41°, so wird die Haut hell, fast weiß, d. h. sie setzt nun weiterer Erwärmung den größtmöglichen Widerstand entgegen und schützt das Tier dadurch vor Überwärmung. Aus der Sonne in den Schatten an kühlere Orte gebracht, werden die Tiere schnell wieder dunkel — sie strahlen also nur wenig Wärme aus — und bleiben noch stundenlang wesentlich höher temperiert als ihre Umgebung . . ." „Danach dürfte der Farbenwechsel des *Uromastix* im Dienste des Wärmehaushalts stehen . . ." In diesem Falle ist also die Bedeutung der Chromatophoren als Organe der Wärmeregulation von *Krehl* und *Soetbeer* in demselben Sinne festgestellt worden, in dem *Fuchs* ihn vermutet. Dieser Mechanismus ist aber durchaus nicht allgemein bei den Reptilien verbreitet, und *Fuchs'* Angabe, daß den Reptilien die Fähigkeit der Wärmeregulation durch Verdunstung von der Hautoberfläche fehlt, ist nicht ganz zutreffend. Bei *Uromastix* und auch bei *Lacerta* ist allerdings keine Wasserabgabe, weder durch die Haut noch durch die Lunge nachweisbar, die Krokodile und Schlangen aber verdunsten viel Wasser und schützen sich dadurch sehr wirksam gegen jede Überwärmung, die für sie auch viel schädlicher ist als für *Uromastix*, denn während dieser 41° gut verträgt, werden Krokodile und Schlangen schon stark geschädigt, wenn ihre Körpertemperatur auf einige Zeit 33—36° erreicht. Der Nachweis, daß die Krokodile durch ihre scheinbar so fest gepanzerte Haut bedeutende Wassermengen abgeben können, warnt wieder vor physiologischen Schlüssen aus morphologischen Beobachtungen. Die reichliche Wasserabgabe ist an die Lebenstätigkeit der Tiere gebunden, denn ein totes Krokodil gibt unter Bedingungen, unter denen das lebende viel Wasser verliert, nur Spuren davon ab.

Man wird also zusammenfassend sagen dürfen, daß die Chromatophoren der Wärmeregulation dienen können, wie *Krehl* und *Soetbeer* für *Uromastix* gezeigt haben, daß diese Funktion aber für die große Zahl der Wassertiere, die Farbenwechsel zeigen, ebensowenig als eine hinreichende Erklärung betrachtet werden kann, wie die alte Theorie der Schutzfarben.

Bonn, den 23. September 1913. Prof. *A. Pütter*.

[1]) *Soetbeer*, Über die Körperwärme poikilothermer Wirbeltiere. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol. Bd. *50*, 1898, S. 53—80.

[2]) *L. Krehl* und *F. Soetbeer*, Untersuchungen über die Wärmeökonomie der poikilothermen Wirbeltiere. Pflüg. Arch. Bd. 77, 1899, S. 611—638.

Besprechungen.

Pahl, Franz, Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. IX, 368 S. Preis geh. M. 8,60, geb. M. 10,60.

An die Lektüre dieses Buches bin ich mit den besten Erwartungen herangetreten, und es erfüllt mich mit Bedauern, eingestehen zu müssen, daß ich diese Erwartungen doch nur zum Teil bestätigt fand.

Die Darstellung gliedert sich, nachdem Altertum und Mittelalter in einem ersten Abschnitt behandelt sind, streng nach einzelnen Jahrhunderten, legt also eine Einteilung zugrunde, die sich zwar bequem darbietet, für die aber innere Gründe doch nicht oder wenigstens nicht durchweg bestehen. Unsere Zeit, die Übersichtlichkeit und Ordnung, wenigstens scheinbare Ordnung, liebt, legt diesen doch nur durch die Zufälligkeit unseres Zahlensystems und unserer Zeitrechnung gegebenen säkularen Zeitabschnitten eine übertriebene Bedeutung bei, und wir haben es in unserem jungen Jahrhundert ja sogar erleben müssen, das Jahrhundert als „das monistische" „eröffnet" zu sehen. Auch in dem vorliegenden Buche erhalten die letzten drei Jahrhunderte — und erst hierdurch tritt die Inkonvenienz der Einteilung recht zutage — ihre besonderen Marken: das 17. Jahrhundert

die des „saeculum mathematicum", das 18. die des „saeculum philosophicum", das 19. die des „saeculum historicum" (auch „philologisches Jahrhundert" genannt). Mögen diese Bezeichnungen, deren Provenienz mir unbekannt ist, auch schon vor diesem Buch oft gebraucht sein, so fordern sie dennoch Widerspruch heraus, und es darf beispielsweise recht zweifelhaft erscheinen, ob das 17. Jahrhundert in höherem Grade ein „mathematisches" genannt zu werden verdient als das Jahrhundert der *Bernoulli (Johann* und *Daniel)* und der *Euler, Lagrange, Laplace, Monge*, oder andererseits als das der *Gauß, Jacobi, Abel, Dirichlet, Galois, Cauchy, Riemann, Weierstraß, Lobatschefskij, Johann Bolyai, Steiner, Poncelet, Cremona, Ampère, Maxwell, Hertz, Helmholtz*. Jedenfalls erscheinen mir die Bezeichnungen, da sie der ganzen Darstellung jedes der betreffenden Abschnitte einen gewissen Stempel aufdrücken, auch beim Leser vorgefaßte Meinungen zu erregen geeignet sind, nicht gleichgültig und, da ferner ihre Berechtigung zum mindesten in Frage steht, nicht unbedenklich.

Jeder einzelne der säkularen Hauptabschnitte ist für sich wieder in zwei Teile geteilt, von denen der erste die gewissermaßen nur vorbereitende Aufgabe hat, die Entwicklung der mathematischen Wissenschaft und ebenso der Naturwissenschaften in dem betreffenden Zeitabschnitt zu skizzieren, während der zweite und wesentliche Teil dann die Entwicklung des Unterrichts dieser Fächer schildert. Dabei haben jene präkursorischen Kapitel, deren Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit gewiß nicht geleugnet werden soll, zumeist eine so erhebliche Breite bekommen, daß das ganze Werk dadurch fast zu einer „Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften *in Forschung und Unterricht*" wird. Das Kapitel „Wissenschaftliche Leistungen und Kulturfortschritt im saeculum historicum" (d. i. also 19. Jahrh.) würde jedenfalls sehr gewonnen haben, wenn es sich auf die großen wissenschaftlichen Errungenschaften beschränkt hätte. Tatsächlich sind alle möglichen, wichtigen und weniger wichtigen Erfindungen und Entdeckungen aneinandergereiht, etwa so, wie in einem Lexikon oder in einer Zeittafel der Erfindungen, nur daß dort die Anordnung nach alphabetischem resp. chronologischem Prinzip erfolgt, während hier die Gruppierung in der Hauptsache nach systematischen Gesichtspunkten geschieht. Weniger, viel weniger wäre hier mehr gewesen; eine allgemeine Zeichnung des Kulturbildes und seiner Wandlungen unter Beschränkung auf das Wichtige und Wesentliche würde dem Leser ungleich wertvollere Belehrung geboten haben. Vollständigkeit selbst des Wichtigen ist zudem trotz dieser Abundanz nicht einmal erreicht. Ich erwähne als ein Beispiel nur, daß, während recht wenig bekannte Physiker genannt sind, *W. H. Dove* in dem ganzen Buche überhaupt nicht vorkommt, wie überhaupt die ganze Meteorologie durch Abwesenheit glänzt, wenigstens in dem Bilde desjenigen Jahrhunderts, in dem sie nach vulgärer Anschauung sich eigentlich erst entwickelt hat, während die im ganzen doch noch recht dürftigen Anfänge aus früheren Jahrhunderten an den betreffenden Stellen erwähnt sind (S. 162 und 191: 18. Jahrh.; S. 125: 17. Jahrh.). Oder ein anderes Beispiel (aus dem 18. Jahrhundert): Bei der „glänzenden Entwicklung der analytischen Mechanik" (S. 157) ist *Lagrange* nur sekundär und seine „Mécanique analytique" überhaupt nicht erwähnt. Zwar ist von einem Werke die Rede, in dem „die ganze Mechanik ihre vollendetste analytische Entwicklung, gleichsam ihren Abschluß findet", aber als dieses Werk wird seltsamerweise bezeichnet die „mécanique céleste von *Laplace*", die übrigens den Erscheinungsjahren nach eigentlich überhaupt kaum noch zum 18. Jahrhundert gerechnet werden kann. In *Karl von Raumers* „Geschichte der Pädagogik" findet sich eine ähnlich seltsame Stelle, da dort, in ähnlichem Zusammenhang wie hier, „die 1788 erschienene Mécanique céleste (sic!) von *Lagrange*" genannt wird (T. III, 4. Aufl., 1873, S. 313 Anm.).

Auch in den dem Unterricht gewidmeten Kapiteln sind mir einige Auslassungen aufgefallen, vor allem die, daß *Jacobi* und *Dirichlet*, die doch einen wissenschaftlich-mathematischen Unterrichtsbetrieb an deutschen Universitäten erst eingeführt haben, um dieser Verdienste willen überhaupt nicht genannt sind. — Die jüngste und umfassende Reformbewegung im gesamten Gebiete des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts hätte, wie mir scheint, eine ausführlichere Behandlung, als geschehen, verdient, zumal über sie doch bereits eine umfangreiche Literatur vorliegt und sie noch immer im Vordergrunde der pädagogischen Interessen steht. Traut man dem Register (dem freilich nicht zu trauen ist), so wäre der prominenteste Führer dieser Bewegung, *Felix Klein*, in dem ganzen Buche überhaupt nicht genannt, was freilich nicht zutrifft (s. S. 325, 329, 332). — Immerhin halte ich diejenigen Abschnitte des Buches, die die Entwicklung des Unterrichts betreffen, für die gelungensten und, da sie für das gestellte Thema die wichtigsten sind, so darf man dies als erfreuliche Tatsache verzeichnen. Was z. B. über *Comenius* oder über *Christian Wolff*, den „Vater der mathematischen Schulbücher", oder über *Silberschlag*, einen der ersten Förderer des Realschulwesens in Preußen, gesagt wird, ist ohne Frage interessant und wertvoll. Aber ist es auch in jeder Beziehung richtig, auch durchaus zuverlässig? Da ich über *Johann Esaias Silberschlag* leidlich unterrichtet zu sein glauben durfte, auch seine Autobiographie vor Jahren einmal gelesen hatte, so erstaunte ich, hier allerlei Dinge von ihm zu hören, die mir bis dahin völlig unbekannt waren; insbesondere hatte ich von dem S. 186 genannten und sodann ausführlich besprochenen Silberschlagschen Buche „Kloster Bergische Versuche" nie gehört. Aus den ersten besten Nachschlagewerken, dem Heinsiusschen Bücher-Lexikon und der „Allgemeinen Deutschen Biographie" (Bd. 34, S. 314), mußte ich dann aber sogleich ersehen, daß unser Buch *Johann Esaias Silberschlag* (1721—1791) mit *Georg Christoph Silberschlag* (1731—1790) zu einer Person vereinigt, und daß die genannte Schrift, deren genauer Titel übrigens lautet: „Ausgewählte Klosterbergische Versuche in den Wissenschaften der Naturlehre und der Mathematik" (Berlin 1768), von dem jüngeren der beiden *Silberschlag* herrührt. Alles, was in dem Pahlschen Werke über „*Silberschlag*" gesagt ist (S. 186—197), bedarf wegen dieser Symbiose, zu der die beiden Träger dieses Namens — sie waren wohl Brüder — zwangsweise vereinigt sind, der Revision: ein Teil der ausführlichen Angaben gilt für *Johann Esaias*, ein anderer — und dem Umfange nach sogar der größere — Teil für den weniger bekannten *Georg Christoph Silberschlag*. An der altberühmten Schule von Kloster Bergen bei Magdeburg haben sie beide als Lehrer gewirkt: *Johann Esaias* in den Jahren 1745 bis 1753, *Georg Christoph*, wohl als Nachfolger jenes, von 1753 bis 1762. *Georg Christoph* ist es auch, der Geistlicher in Stendal wurde (vgl. *Pahl*, S. 186) — nach seinem Fortgang von Kloster Bergen. Freilich ist auch *Johann Esaias Silberschlag* in verschiedenen geistlichen Ämtern tätig gewesen und bei seiner Berufung nach Berlin (1769) wurde er nicht nur zum Direktor der Realschule bestellt, sondern zugleich zum Oberkonsistorialrat und Prediger an der Dreifaltigkeitskirche; zu diesen Ämtern übertrug *Friedrich der Große* dem von ihm hochgeschätzten Schulmanne und Gelehrten 1771 noch die Stelle des Referenten für Maschinenwesen und Wasserbau beim neugegründeten Oberbaudepartement.

Der Mangel an Zuverlässigkeit, ein Mangel, der jedem Leser sofort in die Augen springen muß, beeinträchtigt überhaupt den Wert des vorliegenden Buches nicht unerheblich. Ein reiches Material ist hier aus vielerlei Quellen geschöpft und verarbeitet. Aber was ist zuverlässig? In allen Teilen des Buches finden sich Ungenauigkeiten und Versehen. Ob es nun Druckfehler sind oder ob die Mängel dem Herrn Verfasser zur Last fallen: es verschlägt wenig; der Erfolg ist in jedem Falle, daß das Vertrauen des Lesers zu dem Werk erschüttert wird. Hierfür einige Beispiele: Ich greife zunächst heraus einige Angaben über *Leonhard Euler*, denjenigen unter allen Mathematikern vom ersten Range, der in einer Geschichte des mathematischen Schulunterrichts vorzugsweise genannt zu werden verdient, und der daher auch hier zu verschiedenen Malen genannt ist. Außer an den im Register angegebenen Stellen geschieht dies noch S. 159, wo es heißt, *Euler* habe „schon 1727", also als Zwanzigjähriger, „behauptet, daß die Wärme eine Art Bewegung ist". Gibt man überhaupt eine Zahl an, so muß sie *richtig* sein. Nun ist aber die Schrift, in der *Euler* zuerst ausgesprochen hat, daß die Wärme auf Bewegung der kleinsten Teile eines Körpers beruhe, die von der Pariser Akademie gekrönte Preisschrift „Dissertatio de igne, in qua ejus natura et proprietates explicantur", und diese wurde der Pariser Akademie im Jahre 1737 vorgelegt und 1739 resp. 1752 veröffentlicht. — Seite 152 des Pahlschen Buches ist die Rede von *Eulers* Verdiensten um die Schulmathematik, also ein im Rahmen des Buches sehr wichtiges Thema, das sehr wohl eine ausführlichere Behandlung, etwa in Anlehnung an den Vortrag von *P. Stäckel*, „*Eulers* Verdienste um die elementare Mathematik", Zeitschr. f. mathem. u. naturw. Unterr., Bd. 38, 1907, S. 300—307, vertragen hätte. Wenn aber über *Eulers* Verdienste um das „formale Bezeichnungswesen" u. a. gesagt wird: „Wir verdanken *Euler* die jetzt gebräuchliche Bezeichnung einer Potenz", worunter doch wohl die Schreibweise der Potenz verstanden werden soll, so ist dies unrichtig, vielmehr ist diese Schreibweise zuerst von *Descartes* gebraucht, wie übrigens der Herr Verfasser selbst S. 108 bemerkt hatte. — Das S. 155 genannte artilleristische Werk, das *Euler* „übersetzt" (richtiger wäre: übersetzt und kommentiert) hat, war nicht von *„Robin"* (S. 157 ebenso geschrieben; im Register fehlt der Name) verfaßt, sondern von *Robins (Benjamin);* auch hat *Euler* das Werk nicht ins Französische übersetzt, sondern ins Deutsche. Zwar ist *Euler* durch *Friedrich den Großen* zu dieser Arbeit angeregt, aber trotz aller Vorliebe fürs Französische und trotz aller Abneigung gegen das Deutsche schrieb der große König sogar die eigenen militärischen Schriften dann deutsch, wenn diese der Unterweisung seiner Offiziere dienen sollten. Erst *Eulers* deutsche Ausgabe des *Robins* ist dann von anderer Seite ins Französische und übrigens auch wieder ins Englische übertragen (s. diese verschiedenen Ausgaben bei *Encström*, Verzeichnis der Schriften *Eulers*, S. 19). Zwei Zeilen nach dieser Übersetzung des *Robins* (S. 155 also) werden *Eulers* „Gutachten über die Salzwerke zu Schöneberg" erwähnt, während es sich bei jenen Berechnungen *Eulers* um die Saline zu Schönebe*ck* (Elbe) gehandelt hat. Auch sonst hat die Geographie übrigens Ursache, sich über Vernachlässigung zu beklagen; so wird zwei Seiten später der berühmte Versuch, den *Nevil Maskelyne* zur Bestimmung der Erddichte an der Gebirgskette des Shehallien anstellte, bezeichnet als „Schieballion-Versuch". — Obwohl sich, wie schon gesagt, in allen Teilen des Buches Unrichtigkeiten und Druckfehler finden, beziehen sich die hinten in dem Buche (S. 345) gegebenen „Berichtigungen" lediglich auf die beiden Seiten 236 und 237, und dennoch genügen selbst für diese beiden Seiten die gegebenen Berichtigungen nicht, vielmehr ist z. B. die Fassung der letzten Zeilen auf Seite 236 höchst anfechtbar.

Als einen Vorzug des Buches sehe ich es an, daß allerlei faits divers, die für Kulturgeschichte und Unterrichtsentwicklung interessant sind, in die Darstellung eingestreut wurden und so die Lektüre beleben. Aber auch hier vermag ich nicht überall zuzustimmen. Auf Seite 231 heißt es nach Besprechung von *Erxlebens* Lehrbuch der Naturlehre: „Ferner finden wir bei *Erxleben* die eigentümliche Notiz, daß schon vor *Herschel* der Göttinger Astronom *Tobias Meyer* 1756 den Uranus zuerst beobachtet hatte." Darf ein Buch, das der Belehrung dienen will, seinen Lesern ein solches Rätsel aufgeben, noch dazu mit einem Zusatz, der leicht irrtümliche Vorstellungen erwecken kann? In Wirklichkeit ist jene Notiz bei *Erxleben* keineswegs „eigentümlich", weder in dem Sinne, daß die Behauptung unwahr wäre, noch etwa in dem, daß sie sich allein oder auch nur zuerst bei *Erxleben* vorfände. Der Sachverhalt ist vielmehr kurz der folgende: Nachdem *Wilhelm Herschel* 1781 den Uranus entdeckt hatte, zeigte *Johann Bode*, daß der Uranus wahrscheinlich schon früher mehrfach beobachtet und nur nicht als Planet erkannt war; mehrere Positionen von seitdem vermißten Sternen paßten in dieselbe Bahn, und insbesondere hatte *Tobias Mayer* (nicht *Meyer)* den Uranus im Jahre 1756 gesehen und lange vor ihm übrigens schon *Flamsteed* (1690).

Noch eine Besonderheit des Pahlschen Werkes erfordert einen näheren Hinweis. *Schlömilch* hat einmal in der „Zeitschrift f. mathem. u. naturw. Unterr." (Bd. 17, 1886, S. 188) folgende Bemerkung gemacht: „Im vor. Jahrgange . . . finde ich den Namen *Pascal* nach der neuen Orthographie umgeändert in *Paskal;* ich möchte dagegen erinnern, daß jeder Eigenname ein Privateigentum ist, welches anzutasten niemandem zusteht. . . . . Der sel. *Poggendorff* würde sich im Grabe umdrehen, wenn aus ihm ein *Pockendorf* werden sollte." *Schlömilchs* Kritik wäre wohl besser unterblieben: es handelte sich nur um dies eine Wort; zudem hatte es an der beanstandeten Stelle nicht *„Paskal"*, sondern „Paskalsches Sechseck" geheißen, und eine derartige Anpassung an die Wandlungen der Orthographie bei einem einen einheitlichen Begriff bezeichnenden Kunstausdruck ließe sich allenfalls wohl rechtfertigen, ebenso wie man denn auch z. B. „*K*opernikanisches System" und daneben etwa „*C*opernicus" geschrieben findet. Was möchte aber *Schlömilch* wohl erst zu dem vorliegenden Werke sagen! Denn um die Schreibweise der Namen ist es hier ganz besonders übel bestellt, und diese Massenhaftigkeit der Verstöße muß auf den Leser geradezu als eine Nichtachtung gegenüber den zumeist doch recht illustren Trägern jener Namen wirken. *Joseph Fraunhofer* ist auf den Seiten 252 und 253 sechsmal mit Namen genannt, aber nur dreimal ist der Name richtig geschrieben, dreimal falsch: Frauenhofer, und zwar wechseln richtige und falsche Schreibweise stets genau miteinander ab: richtig, falsch, richtig, falsch, richtig, falsch. Den Beschluß bilden dann — zum letzten und siebenten Male — die „Frauenhoferschen Linien". Natürlich findet sich denn auch, wenn auch wohl nur einmal, der von *Schlömilch* beanstandete Pas*k*al (p. 237, ohne daß dieser Fehler „berichtigt" wäre, obwohl diese Seite doch zu den zwei bevorzugten gehört). Ebenso findet man, wenn auch nicht *„Pockendorf"*, so doch dreimal falsch *Poggendorf* und erst hinterher zweimal richtig *Poggendorff* (S. 247/248). Da die unrichtige Schreibweise numerisch überwiegt, so hat der Bearbeiter des Registers, wie man ihm nicht verdenken kann, ihr den Vorzug gegeben. Auf derselben Seite 248 findet sich übrigens noch die Schreibweise

Widemann (statt *Wiedemann)*; ferner einmal *Jakobi*, das andere Mal *Jacobi*. Gemeint ist beide Male der Erfinder der Galvanoplastik *M. H. Jacobi*. Daß er mit dem großen Mathematiker *Jacobi*, seinem Bruder, nicht identisch war, ist weder im Text des Buches, in dem beide verschiedentlich vorkommen, noch im Register irgendwie angedeutet. En passant: Was das Register überhaupt alles zusammenwirft! Den Satz von der Erhaltung des *Stoffes* mit dem von der Erhaltung der *Kraft; Lothar Meyer*, den berühmten Chemiker, mit einem anderen (mir unbekannten) *Meyer; Darwin*, den Biologen, mit seinem jüngst verstorbenen Sohn, dem Astronomen, usw. Der Titel „*Lorenz*" des Registers verweist auf die Seiten 216 und 240; an der ersten Stelle ist von einem „Helmstädter Professor *Lorenz*", an der zweiten von „*Lorenz* in Leiden" die Rede. Nun heißt aber *Lorenz* in Leiden überhaupt nicht *Lorenz*, sondern *Lorentz (Hendrik Antoon*, der berühmte Begründer der Elektronentheorie); dafür heißt freilich der andere *Lorenz* wirklich *Lorenz (Johann Friedrich)*, war aber wieder kein „Helmstädter", sondern ein Magdeburger und zeitweilig ein Burger Professor. Eine Zeile nach *Lorentz* wird *Zeemann* genannt (ebenso S. 245 und im Register), der jedoch bekanntlich *Zeeman* heißt. Der Erfinder der hydraulischen Presse heißt nicht, wie das Buch p. 158 angibt, *Bramoch*, sondern bekanntlich *Bramah*. Der p. 259 genannte berühmte Anatom heißt nicht *Gegenbauer*, sondern *Gegenbaur;* „in Berlin wirkte" nicht *Klaprot* (p. 255), sondern höchstens *Klaproth*. *Thibaud* (S. 216 und Register) heißt *Thibaut*. Seite 119 und entsprechend im Register ist ein *Helvius* genannt: der römische Kaiser dieses Namens soll es wohl nicht sein, und so vermute ich, daß *Hevelius*, der bekannte Danziger Astronom, gemeint ist. Der Seite 175 und 213 genannte Mathematiker und Staatsrechtsforscher, dessen Namen noch heute eine bekannte Bibliothek in Kassel trägt, heißt nicht *Murhardt*, auch nicht *Murchard*, wie das Register will, sondern *Murhard*. An einer ungewöhnlichen Stelle des Registers, nämlich zwischen *Bertin* und *Berzelius*, liest man: *„Bequerel* 248, 254". Sieht man genauer hin, so findet man, wie zu erwarten, daß auch dieser *Bequerel* sich in zwei Forscher spaltet. *Bequerel* heißt freilich keiner von beiden, sondern beide *Becquerel* (der eine *Antoine César*, 1788—1878; der andere *Henri*, der berühmte Forscher, der 1896 die Radioaktivität der Pechblende fand). Ich könnte noch eine ganze Reihe solcher Unrichtigkeiten hier anmerken, und jeder andere Leser würde vermutlich andere bemerken. Und nicht bloß die Subjekte der Naturforschung müssen sich solche Verstümmelungen oder Verrenkungen gefallen lassen; auch den Objekten geht es gelegentlich nicht viel besser. Da heißt es Seite 257 „*den* Stearin" und das „Skandium" (Scandium); auf derselben Seite „entdeckt" *Nobel* das Dynamit.

Man sollte in einer Buchbesprechung überhaupt nicht nötig haben, auf solche Kleinigkeiten, wie die Schreibweise von Namen und dergleichen, einzugehen, nicht weil diese Dinge gleichgültig wären, sondern vielmehr, weil ihre Beachtung zu den unerläßlichen und selbstverständlichen Vorbedingungen jedes Buches gehören sollte. Wenn aber so überaus viele Verstöße vorkommen, weit über das Maß hinaus, das der nachsichtigste Kritiker und Leser auf Rechnung des Druckfehlerteufels und anderer finsterer Dämonen zu setzen geneigt ist, dann bleibt nichts anderes übrig, als hierauf nachdrücklich hinzuweisen, und ich habe das hier schon deshalb tun zu sollen geglaubt, um auch hierdurch die unbedingte Notwendigkeit einer gründlichen Durcharbeitung des Buches für den Fall einer Neuauflage zu erweisen. Schließlich ist Sorgfalt und Exaktheit im großen wie im kleinen auch wohl keines Autors geradezu unwürdig, und die Großen sind oft gerade auch in dieser Beziehung leuchtende Vorbilder gewesen. Der schon oben beiläufig genannte *Berzelius* war über jeden Druckfehler empört, und der deutsche Übersetzer seines Lehrbuchs, *Friedrich Wöhler*, mußte sich ungeachtet des hohen Ranges, den er selbst in der Wissenschaft einnahm, jedes kleine Versehen vorhalten lassen (s. den „Briefwechsel zwischen *J. Berzelius* und *F. Wöhler*", herausgegeben von *O. Wallach*, Bd. *1*, p. 96, 138/139 usw.). Schon auf dem Kopf stehende Typen erregten *Berzelius'* Unwillen (l. c. Bd. *1*, p. 703), und wegen verhältnismäßig geringer Fehler ließ er verschiedentlich Bogen, die schon ausgedruckt waren, nochmals drucken (l. c. Bd. *1*, p. 363; Bd. 2, p. 337; vgl. a. Bd. *1*, p. 570; Bd. 2, p. 52, 345, 661). Im vorliegenden Falle muß wohl irgendein Unstern über den letzten Autorarbeiten gewaltet haben, aber diese Erklärung ändert für den Leser leider nichts an der Tatsache der vielen Unrichtigkeiten und Unzuverlässigkeiten, und der Benutzer des Buches muß diesem daher notgedrungen ein Mißtrauen entgegenbringen, auch da, wo dies vielleicht nicht angebracht ist.

W. Ahrens, Rostock.

Schmidt, R. R., Die diluviale Vorzeit Europas. Unter Mitwirkung von *E. Koken* und *A. Schliz*. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1912/13. Vollständig in acht Lieferungen zu je M. 10,—. 281 S. mit 47 Lichtdrucktafeln und 3 Tafeln im Text. Groß-Folio.

In diesem für die diluvialarchäologische Forschung Deutschlands grundlegenden Werke haben *R. R. Schmidt* die Archäologie, *E. Koken* Paläontologie und Geologie, *A. Schliz* die somatische Anthropologie des deutschen Diluviums behandelt.

Nach einer kurzen Einleitung, welche die historische Entwicklung unserer Kenntnis vom diluvialen Menschen behandelt, wendet sich *Schmidt* dem Eolithenproblem zu. Nach einer möglichst objektiven Darstellung des Für und Wider kommt er zu dem vorsichtig abwartenden Schluß, daß wir keine sicheren Kriterien zur Erkennung sicherer, d. h. von Menschen geschaffener Eolithen haben. Die Eolithfunde Deutschlands erlauben zurzeit keinen Schluß auf deren Altersverhältnisse.

Im folgenden großen Hauptabschnitt behandelt *Schmidt* „Die ältere Steinzeit Deutschlands", wobei vier Fundgruppen nach der geographischen Lage unterschieden werden. Durch Bilder, Grundrisse und Profile werden die wichtigen Fundstellen dem Leser vor Augen geführt, während der Text alle Funde berücksichtigt. Besonderes Interesse dürfte hierbei der sehr eingehende Abschnitt haben, in dem die paläolithischen Bestattungen der Ofnethöhle behandelt werden, wo einmal 27 und einmal 6 zu einer nestförmigen Gruppe vereinigte Schädel gefunden wurden. Diese Schädel wurden nach *Schmidt* den Gestorbenen abgeschnitten und in ritueller Weise feierlich beigesetzt.

Topographisch sind die Funde in Höhlenfunde und Lößfunde, letztere nur im Rheintal, zu scheiden. Auf Grund der archäologisch-stratigraphischen Untersuchung kommt *Schmidt* zu der S. 966 wiedergegebenen Gleichstellung der geologischen Profile dieser beiden Fundgruppen, die überdies auch gleichzeitig angibt, welche paläolithischen Kulturen in Deutschland vertreten sind.

Die folgenden Abschnitte behandeln in großen Zügen die Entwicklung der paläolithischen Kultur und Kunst in Westeuropa und die gemeinsamen Entwicklungszüge der älteren Steinzeit Deutschlands und Westeuropas. Im einzelnen auf diese interessanten Probleme einzugehen, würde hier zu weit führen, zu ihrem Verständnis ist auch eine genaue Kenntnis der einzelnen Objekte nötig. Es sei deswegen auf das Werk selbst verwiesen.

Damit schließt der archäologische Teil, und es beginnt der geologische, von *E. Koken* bearbeitete. In ihm wer-

Profil der Höhlenschichten		Lößprofil	
Azilien-Tardenoisien Spät-Magdalénien Hoch-Magdalénien mit Lagomys pusillus Früh-Magdalénien mit Myodes torquatus	Obere Diluvialschichten	Obere Abteilung des jüngeren Lößes	Hoch- und Spät-Magdalénien
Soutréen Spät-Aurignacien Hoch-Aurignacien Früh-Aurignacien	Mittlere Diluvialschichten	Untere Abteilung des jüngeren Lößes	Spät-Aurignacien
Myodes-obensis-Schicht Spät-Moustérien Früh-Moustérien	Untere Diluvialschichten	Basis des jüngeren Lößes	Moustérien
		Älterer Löß	Acheuléen

den ebenso, wie im archäologischen, die einzelnen Fundgruppen und innerhalb derselben die einzelnen Fundplätze gesondert besprochen. Leider fehlt infolge des unerwartet frühen Hinscheidens des Verfassers ein Schlußwort, das geeignet wäre, die Resultate zusammenzufassen. Als für die Chronologie besonders wichtig sei hier zusammenfassend hervorgehoben, daß Soutréen und Aurignacien von zwei Nagetierschichten eingerahmt werden. Die obere mit Myodes torquatus wird dem Bühlvorstoß gleich gesetzt, so daß der ganze auf sie folgende Teil des Paläolithikums, Magdalénien und Azylien, in die Nacheiszeit fallen. Das erstere hatte vorwiegend eine Steppenfauna, das letztere eine schon fast ganz rezente Waldfauna. Was vor der oberen Nagetierschicht liegt, vom Moustérien bis Soutréen, hat eine glaziale Fauna und gehört der Würm- (letzten) Eiszeit an. Darum bedeutet die untere Nagetierschicht mit Myodes obensis als Leitform den Höhepunkt der Eiszeit. Die Artefakte der Moustérienkultur liegen im Rheintal in der Basis des jüngeren Lößes (vgl. Schichtenprofil S. 401), der somit der Würmeiszeit entspricht. Während der ältere Löß mit Acheuléeneinschlüssen einem Interglazial (Riß-Würm-Interglazial), aber nicht einem Steppenklima, entspricht.

Im dritten großen Abschnitt behandelt *A. Schliz* die Anthropologie des Diluvialmenschen Deutschlands. Aus dem älteren Altpaläolithikum liegen nur die altberühmten Neandertalfunde und die Zähne von Taubach vor, aus dem Jungpaläolithikum einige Zähne und vor allen Dingen die schon erwähnten Schädel aus der Ofnethöhle, die hier zum ersten Male eingehend untersucht veröffentlicht werden. Ihre hohe anthropologische Bedeutung liegt darin, „daß sie auf Grund der Bildung des Hirnschädels zwei verschiedenen Rassen angehören, während die Gesichtsbildung bei der Mehrzahl gleich ist". Außerdem kommen Mischformen vor. *Schliz* konnte brachykephale, mesokephale und dolichokephale Schädel feststellen. Die erste Abteilung ließ wieder zwei Formen unterscheiden, von denen die eine den früheren Pfahlbauschädeln entspricht. Es sind die Träger dieser Schädel die Vorfahren der Pfahlbaubevölkerung und derjenigen, welche seit den frühesten Zeiten in Südwestdeutschland bis über den Main hinaus gesessen hat.

Die dolichokephalen Schädel zeigen gewisse, wohl auf deszendenter Verwandtschaft beruhende Beziehungen zu den Schädeln von Brünn, Engis und Steeden. Aber die Form ist umgebildet und läßt sich mit keiner anderen dolichokephalen vergleichen. Es liegt hier eine eigene Form vor, die *Schliz* „alpine Dolichokephalie" nennt. Dieser eigenartigen Langkopfrasse verdankt der in der Hauptsache alpin-brachykephale Ofnetstamm die dolichokephale Beimischung.

Zum Schluß gibt *Schmidt* noch eine chronologische Zusammenfassung. Bedauerlicherweise ist dabei auf Seite 264, wo er eine Parallelisierung der Klimaschwankungen nach der letzten Eiszeit im Alpengebiet und Nordeuropa versucht, in der Tabelle die jüngste Phase unten, die älteste oben hin geschrieben, anstatt umgekehrt, wie es sonst mit Recht in dem Werk gehalten ist.

Der Referent hat sich hier auf eine reine Inhaltsangabe beschränkt. Es wäre ja ein leichtes gewesen, von einem anderen Standpunkte aus dies und jenes zu bekritteln. Eine wirklich ernsthafte Kritik wird ja nun im Laufe der nächsten Jahre einsetzen und feststellen, was an dem Werke dauernden Bestand hat. Bis dahin ist und bleibt es die Basis für weitere Forschungen auf dem Gebiet, von der aus weiter gebaut werden soll. Wünschenswert wäre es gewesen, bei den Faunenlisten die Skeletteile aufzuzählen, auf denen sich die Bestimmungen der Tiere aufbauen. Sie hätten ein Urteil über die Zuverlässigkeit der einzelnen angegebenen Tierarten erlaubt. *M. Hilzheimer, Berlin.*

Kleine Mitteilungen.

Drahtlose Telegraphie auf Rettungsbooten. Der Untergang der „Titanic" wird in der Geschichte der drahtlosen Telegraphie als bedeutsames Ereignis registriert werden müssen. Besonders deutlich war sein Einfluß bei der zweiten internationalen radiotelegraphischen Konferenz in London, da er es veranlaßte, daß so gut wie alle Staaten (und darunter besonders England, das sich bis dahin vollkommen ablehnend verhalten hatte) der auf der vorjährigen Konferenz in Berlin beschlossenen Konvention beitraten. Auf der Londoner Konferenz wurden eine große Anzahl von Beschlüssen gefaßt, die gerade der Sicherheit des Schiffsverkehrs dienen werden: So müssen in Zukunft drahtlose Notrufe jeder Art sofort aufgenommen werden, müssen sich die einen Notruf vernehmenden Stationen hinsichtlich des telegraphischen Verkehrs nach den Wünschen des in Not geratenen Schiffes richten, müssen die großen Bordstationen ununterbrochenen Dienst einrichten und mit der Normalwellenlänge von 600 m während der ersten 10 Minuten jeder Stunde in Hörbereitschaft stehen u. a. m.

Wenn jetzt in einem Aufsatz der *Wireless World G. E. Turnbull* Vorschläge über die Ausrüstung von Rettungsbooten großer Schiffe mit drahtloser Telegraphie macht, so steht auch hier im Hintergrund die Sorge vor derartigen Katastrophen. Die Rolle, die diese Bootsstationen bei einem Unglück haben würden,

wäre die folgende. Auf jedem größeren Schiff befindet sich heute ein Haupttelegraphist und ein Gehilfe, die sich im Dienst ablösen. Bei einer Katastrophe wird es die Pflicht des ersten Telegraphisten sein, so lange wie möglich die Hauptstation des Schiffes zu bedienen und durch sie alle in der Nähe befindlichen Schiffe anzurufen und ihnen Ort und Notlage des Schiffes zu melden. Bevor er das Schiff verläßt, macht er alle Stationen darauf aufmerksam, daß sie auf die drahtlosen Rufe der Rettungsboote zu hören haben.

Die Gesichtspunkte, die bei der Ausrüstung derartiger Rettungsbootsstationen in Frage kommen, sind die folgenden: Es ist einmal zu beachten, daß die Höhe der auf einem Rettungsboot anzubringenden Antenne sehr beschränkt ist und daß deswegen die Reichweite nur klein sein kann. Weiter ist der zur Verfügung stehende Raum nur sehr klein und ebenso darf das Gewicht der Apparate nur so gering wie möglich sein.

Für die Antennenanlage gibt *Turnbull* verschiedene Methoden an, um ein Drahtgebilde auf einem Boot hochführen zu können. Man kann das Boot mit zwei Masten versehen, die etwa eine Höhe von 10 m haben und die erst nach dem Abstoßen des Bootes aufgerichtet werden, und zwischen denen dann in bekannter Weise der Draht aufgehängt wird. Oder man kann daran denken, einen Draht von einem Drachen in die Höhe nehmen zu lassen. In diesem Fall erhält man wegen der größeren erreichbaren Höhe wesentlich größere Reichweiten. *Turnbull* gibt für beide Fälle folgende Tabellen, die zeigen, welche Reichweiten man dabei erzielen kann.

Bei Benutzung von Masten			Bei Benutzung eines Drachens		
Höhe der Masten	Höhe des Luftdrahtes	Reichweite	Höhe des Drachens	Höhe des Luftdrahtes	Reichweite
10,6 m	7,0 m	40,2 km	45,7 m	22,8 m	130 km
9,1 „	6,1 „	35,4 „	37,0 „	19,0 „	108 „
7,6 „	5,2 „	30,6 „	33,0 „	15,2 „	89 „
6,1 „	4,3 „	24,1 „			
4,6 „	3,0 „	17,7 „			

Trotz dieses Vorteils der Drachenhochführung ist die Methode betriebstechnisch so unzuverlässig und wegen des Gebundenseins an kräftigen Wind in ihrer Anwendung so beschränkt, daß sie kaum in Frage kommt. Als dritte Methode wäre die Benutzung einer Horizontalantenne denkbar. Von dem Rettungsboot wäre eine kleine Boje auszusetzen, die mit einem Seil in konstanter Entfernung vom Boot gehalten wird. An der Boje befindet sich ein kleiner Mast und von seiner Spitze aus geht in spitzem Winkel ein Antennendraht zum Rettungsboot. Diese Anordnung würde aber bei starkem Wellengang vollkommen unbrauchbar sein. Es bleibt daher *für eine betriebssichere Ausführung nur die Anordnung mit den feststehenden Masten*, die möglichst auf allen Rettungsbooten einzuführen wäre, wie denn auch nach Möglichkeit ein jedes Rettungsboot seine eigenen Sende- und Empfangsapparate haben sollte.

Für die Bedienung derartiger Stationen kämen in erster Linie die beiden Telegraphisten in Betracht. Während der erste Telegraphist, wie erwähnt, so lange wie möglich die Hauptstation des Schiffes zu bedienen hat und diese erst auf den Befehl des Kapitäns verlassen darf und den Dienst in einem der Boote aufnehmen soll, wird der zweite Telegraphist sofort nach dem Niederlassen der Boote in einem derselben untergebracht. Daneben sollten aber auch alle technischen Offiziere in der Bedienung dieser Stationen ausgebildet werden, so daß in jedem Boot ein Sachkundiger sich befindet. Die Bedienung eines derartigen Apparates ist heute so außerordentlich einfach, daß die Kenntnis der nötigen Handgriffe in kürzester Zeit zu erlernen ist. Um die Übung aufrechtzuerhalten, sollten auf derartigen Schiffen die in Frage kommenden Offiziere unter Leitung eines der Telegraphisten täglich eine kleine kurzdauernde Übung mit den Apparaten zu machen haben. Die Vorschläge *Turnbulls* verdienen, in den Kreisen der Handelsmarine ernste Beachtung zu finden. *L.*

Die Fauna der salzigen Binnengewässer. Die Kenntnis der Tierwelt, die in den salzigen Gewässern des Binnenlandes lebt, verdient aus verschiedenen Gründen allgemeineres Interesse: in erster Linie liegt der Vergleich mit der Fauna des Meeres nahe, ferner zeigt das Vorkommen der einzelnen Arten in Salzlösungen verschiedener Konzentration die Grenzen, bis zu welchen sie zu leben vermögen, und endlich erscheint es von Interesse zu sehen, welche verschiedenartigen Mischungen der einzelnen Salze sich zu sogenannten „ausgeglichenen Lösungen" kombinieren können, denn das Verhältnis der Salze zueinander ist in den Salzwässern des Binnenlandes ein ganz anderes als im Meere. Die Untersuchungen *Thienemanns* und seines Schülers *R. Schmidt (Verhandl. d. Deutschen Zool. Ges. 1913 und Inaug.-Diss. Münster 1913)* liefern durch systematische Erforschung der Salzwasserfauna Westfalens wichtige Beiträge zur Kenntnis dieser Verhältnisse. Untersucht wurden eine Anzahl der aus den triasischen Steinsalzlagern des Kreidebeckens von Münster entspringenden Salzquellen und die daran anschließenden Salinen und Salzsümpfe. Etwa 120 Tierarten bevölkern diese Örtlichkeiten. Der Artenzahl nach bilden die Mehrzahl Formen, die nur *Gäste* im Salzwasser sind und sich verbreitet im Süßwasser finden. Solche *„haloxene Formen"* vertragen zum Teil recht bedeutende Salzkonzentrationen, z. B. die Schnecke Limnaea ovata sowie die Wasserassel (Asellus aquaticus) etwa 2,5 %, ein Kleinkrebs (Simocephalus vetulus) 5,9 %, und einige vereinzelte Dipterenlarven sogar 10, ja 15 %. Während diese Salzwassergäste der *Individuenzahl* nach stets zurücktreten, gewinnt eine weitere Gruppe von Arten, die sich auch in Süßwässern findet, in den Salzwässern und selbst bei ziemlich hoher Salzkonzentration eine Massenentwicklung, die anzeigt, daß gerade hier die Lebensbedingungen der Art besonders gut realisiert sind. Zu diesen Formen, die als Salzfreunde, als *„halophile Formen"* bezeichnet werden, gehören außer einer Reihe von Dipterenlarven vor allem der Stichling (Gasterosteus aculeatus), zwei Arten des Kleinkrebses Cyclops und der Wurm Lumbricillus lineatus. Diese Gruppen der Salzfreunde und Salzgäste dürften in mancher Hinsicht die physiologisch interessantesten sein, während die dritte Gruppe der typischen Salztiere oder „Halobien", die nur in Salzwässern zu finden sind, ein mehr spezielles Interesse bietet. Bei einem Salzgehalt von 2—3 % ist die Fauna noch ziemlich mannigfaltig, bei einem mittleren Gehalt von 10 % treten nur mehr ziemlich wenige Arten, oft freilich in ungeheuerer Individuenzahl auf. In Wasser von 12—16 % leben fast nur noch die Larven der Salinenfliege (Ephydra), diese aber oft in unglaublichen Mengen, doch bei 20 % sind auch ihre Legionen bis auf wenige Exemplare reduziert und bei etwa 22 % Salz ist das Wasser azoisch. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß fast keine Beziehungen zwischen der Salzwasserfauna der Binnengewässer und jener des Meeres bestehen, nur für zwei von den untersuchten Formen könnte eine Einschleppung aus dem Meere in Frage kommen. Seitdem wir wissen, daß für

die Meerestiere nicht nur eine bestimmte Salzkonzentration, sondern vor allem auch ein festes Verhältnis der einzelnen Salze zueinander zum Leben erforderlich ist, erscheinen die Unterschiede zwischen mariner Fauna und Fauna der salzigen Binnengewässer, selbst wenn deren Konzentration nicht höher ist als jene des Meerwassers, durchaus verständlich, denn in den Salzwässern des Binnenlandes stehen die einzelnen Salze in einem ganz anderen Verhältnis als im Meere. Es läßt sich z. B. aus den Analysen, die *Schmidt* für einige der untersuchten Gewässer mitteilt, berechnen, daß das Verhältnis gegenüber dem Meere folgende Unterschiede zeigt: Es entfallen auf 1000 Atome Natrium

	Kalium	Calcium	Magnesium
im Meerwasser (3—4 %) .	21,2	22,4	120,0
Saline „Gottesgabe" (4 %) .	6,98	17,1	9,6
Solquelle Werl (7,4 %) . .	20,4	33,4	9,9

Es besteht besonders ein erheblicher relativer Mangel an Magnesium, bei Saline „Gottesgabe" auch an Kalium. Da die Zusammensetzung der Salzquellen, Salzseen und Salzsümpfe eine sehr wechselnde ist, so dürfte es sich aus dem verschiedenen Verhältnis der einzelnen Salze erklären, daß in Westfalen bei 22 % Salzgehalt das Wasser azoisch ist, während im Schlamm asiatischer Salzseen noch bei 28,53 % Leben gedeiht. *P.*

Über den natürlichen Tod der Tiere wissen wir noch sehr wenig, und so ist jede Arbeit auf diesem Gebiet mit Freude zu begrüßen. Bei dem marinen Wurm *Hydroides pectinata* hat *Harms (Zoolog. Anzeiger* Bd. *40*, 1912, S. 117—145) den Verlauf des normalen Absterbens verfolgt, das anscheinend ohne Infektion vor sich geht. Von 560 ausgesucht großen, also vermutlich alten Tieren, starb täglich etwa 1 %. Die normale Lebensdauer des Wurmes dürfte etwas über ein Jahr betragen. Sehr interessant ist der Verlauf des Absterbens der einzelnen Gewebe. Die ersten Degenerationszeichen finden sich in den medianen und dorsalen Lappen des Gehirns in den *Ganglienzellen*, gerade dort, wo der große Gefäßnerv für die thorakalen Blutgefäße entspringt. Dann treten Störungen im Blutumlauf ein, und die histologische Untersuchung zeigt, daß die Gefäßwände zerfallen. Hierauf wird der Darm in seinen Bewegungen und in seinem Epithel geschädigt, ebenso die Niere. Lange bleiben noch die Muskeln wenigstens so weit erhalten, daß sie auf Reize noch schwache Kontraktionen zeigen. Im Bereich des Abdomens erfolgt das Absterben segmental, unterbrochen durch Regenerationsversuche der überlebenden Teile, im Thoraxteil dagegen ist die Zentralisation schon etwas weiter gegangen, und er stirbt einheitlich und ziemlich rasch ab, sobald erst die Degeneration auf ihn übergreift. Die Beobachtung, daß Gehirn und Gefäßsystem die ersten Organe sind, an denen die senile Degeneration auftritt, legt den Vergleich mit den senilen Veränderungen dieser Teile beim Menschen nahe. *P.*

Seit langer Zeit ist bekannt, daß **Cellulose** (Baumwolle, Holz) durch Einwirkung von Säuren **in Glukose** (Traubenzucker, Stärkezucker) übergeführt werden kann, aus der nun ohne weiteres Alkohol zu gewinnen ist. Die technische und wirtschaftliche Bedeutung dieser Reaktion liegt klar zutage, und von Zeit zu Zeit geht dann auch durch die Zeitungen die Nachricht, daß es nunmehr gelungen sei, „Zucker aus Holz" herzustellen (wobei man natürlich an Rohrzucker denkt). Durchweg hat man sich zu dieser Umwandlung der Cellulose der Wirkung von Schwefelsäure bei erhöhter Temperatur bedient. Dies Verfahren aber liefert — technisch betrachtet — nicht die höchstmöglichen Ausbeuten an Glukose, und für die chemisch wichtige Aufklärung der Reaktion ist es nicht sonderlich ergiebig gewesen, weil sich Zwischenprodukte bilden und eine einfache Verfolgung des Vorganges nicht durchführbar war. Es dürfte deswegen einen in technischer und wissenschaftlicher Beziehung wichtigen Fortschritt bedeuten, daß es *R. Willstätter* und *L. Zechmeister (Berichte d. deutschen chemischen Gesellschaft 46* (1913), 2401) gelungen ist, die Umwandlung der Cellulose in Glukose in der Kälte durch eine leicht zu verfolgende Reaktion fast quantitativ zu bewirken. Während die übliche konzentrierte Salzsäure des Handels (sp. G. 1,19 mit 37,6 % HCl). Zellulose nur zerfasert und gelatiniert, löst eine Salzsäure von mehr als 40 % HCl Cellulose in der Kälte glatt und schnell auf, und in dieser Lösung findet im Verlauf von 1 bis 2 Tagen eine fast quantitative Überführung in Glukose statt. Es gelingt, mit dieser hochprozentigen Salzsäure (vom sp. G. = 1,21) etwa 12 bis 13 % Cellulose (Baumwolle) klar in Lösung zu bringen; Fichtenholz löst sich ebenfalls rasch und hinterläßt dabei 30 % Ligninsubstanz. Nach längerer Zeit färbt sich die Flüssigkeit gelb und scheidet dann dunkelbraune Zersetzungsprodukte ab. Aus den ganz frischen Lösungen läßt sich durch Verdünnen mit Wasser wieder eine Art von Cellulose ausfällen. Da die frische Celluloselösung in Salzsäure optisch inaktiv ist, während die Glukoselösung stark nach rechts dreht, so läßt sich der Verlauf der Reaktion im Polarisationsapparat vollständig verfolgen. Die Untersuchung der Umwandlungsreaktion auf optischem Wege und mit anderen analytischen Methoden zeigte nun, daß keineswegs von einer direkten Aufspaltung der Cellulose in Glukose die Rede sein kann. Es bilden sich vielmehr zuerst dextrinartige Zwischenprodukte und daneben oder aus ihnen komplizierte Zuckerarten, die ihrerseits erst zu dem Endprodukt Glukose führen. Trotz dieses an sich verwickelten Reaktionsverlaufes werden aber nur in ganz geringem Umfange Nebenprodukte gebildet, so daß sich Ausbeuten von 95 bis 96 % der theoretisch möglichen Glukosemengen erhalten ließen; allerdings handelte es sich ja nur um Laboratoriumsversuche. Abgesehen von der direkten Herstellung der Glukose sind die mitgeteilten Beobachtungen auch dadurch möglicherweise von technischem Wert, daß sie ein neues, schnell wirkendes Lösungsmittel für Cellulose kennen gelehrt haben, wofür ja vielfacher Bedarf vorhanden ist; die wissenschaftliche Chemie sieht hier aber einen vielversprechenden Weg zur Erforschung der Konstitution der Cellulose. *Kpl.*

Die in der elektrischen Meßtechnik allgemein gebräuchlichen **Drehspulinstrumente** *nach d'Arsonval* leiden in ihrer bisherigen Ausführung an dem Nachteil, daß der volle Skalenausschlag nicht über 90 Grad hinausgehen kann bei einer gleichmäßigen Skalenteilung. *J. W. Record* hat diesen Nachteil beseitigt, indem er dem Magneten die Form C gibt. In dem Mittelpunkt des Magneten steht die Achse, welche den Zeiger des Instrumentes trägt und auch die Drehspule. Diese ist aber nicht zentral gelagert, wie bei der bisherigen Konstruktion, sondern seitlich an der Achse befestigt, so daß sie den Magneten umschließt, indem ihre eine Seite sich an seiner Außenseite befindet. Durch diese Konstruktion ist es möglich, die Spule über **einen Winkel von 300 Grad** schwingen zu lassen, und in dieser Ausdehnung eine gleichmäßig geteilte Skala zu erzielen. *(Electrician 70*, 672, 1913.) *Mk.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.